HighVolume**HDF**®
Therapieleitfaden

FRESENIUS
MEDICAL CARE

*Ziel dieses Therapieleitfadens ist es, Ihnen wichtige Informationen zum Hintergrund, den Voraussetzungen und zur praktischen Durchführung von hocheffizienten HDF (HighVolume**HDF®**) Behandlungen zur Verfügung zu stellen.*

Dieser Therapieleitfaden soll Ärzten und Pflegekräften als Wegweiser und Entscheidungshilfe dienen. Dabei soll er weder die Expertise noch die Erfahrung des behandelnden Arztes oder der Pflegekräfte ersetzen. Die Verschreibung der Dialysebehandlung obliegt allein dem behandelnden Arzt. Außerdem müssen die gültigen Gebrauchsanweisungen der jeweiligen Produkte beachtet werden.

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

klinische Erfahrungen und wissenschaftliche Erkenntnisse weisen zunehmend darauf hin, dass Dialysepatienten von Hämodiafiltrationsbehandlungen profitieren. Die Ergebnisse aktueller klinischer Studien stützen die vielversprechende Datenlage zur Hämodiafiltration und zeigen den positiven Einfluss von HighVolume**HDF**® Behandlungen auf die Überlebensrate.

Wir bei Fresenius Medical Care wollen zu einer Verbesserung der Behandlungsergebnisse der Patienten beitragen und hoffen, dass dieser Therapieleitfaden Ihnen bei der täglichen Anwendung der HighVolume**HDF**® Unterstützung bieten kann.

Bernard Canaud

INHALT

1.	Herausfordernde kardiovaskuläre Situation	7
1.1	Kardiovaskuläre Erkrankungen – ein erhebliches Risiko für Dialysepatienten	10
1.2	Bessere Ergebnisse mit kardioprotektiven Behandlungen	12
1.3	Kardioprotektive Hämodialyse – HighVolume**HDF**®	14
2.	Hintergrundinformationen zur HighVolume**HDF**®	17
2.1	Physikalische Prinzipien	20
2.1.1	Diffusion und Konvektion	20
2.1.2	Optimale Substitutionsvolumina	24
2.2	Medizinischer Hintergrund	31
2.2.1	Vorteile der HighVolume**HDF**®	31
2.2.2	Daten zur HighVolume**HDF**®	32
2.3	Auswahl der Patienten	36
3.	Voraussetzungen für die HighVolume**HDF**®	39
3.1	Zuverlässige Herstellung großer Mengen steriler und pyrogenfreier Substitutionsflüssigkeit	42
3.2	Moderne Gerätetechnologie	48
3.3	Geeignete Dialysatoren für die HighVolume**HDF**®	64
3.4	Hämodialysekonzentrate	67
3.5	Checkliste: Bereit für die HighVolume**HDF**®?	68
4.	Praktische Anwendung der HighVolume**HDF**®	71
4.1	Gefäßzugang	74

4.2	Festlegung der Behandlungsparameter	76
4.2.1	Extrakorporaler Blutfluss	76
4.2.1.1	Optimale Nadelgröße	80
4.2.1.2	Drücke im extrakorporalen Kreislauf	83
4.2.1.3	Hohes Substitutionsvolumen trotz problematischen Gefäßzugangs	84
4.2.1.4	Schema zur Maximierung des individuellen extrakorporalen Blutflusses	85
4.2.2	Behandlungsdauer	86
4.2.3	Elektrolyte in der Dialysierflüssigkeit	88
4.2.4	Bikarbonat in der Dialysierflüssigkeit	90
4.2.5	Gerinnungshemmer	94
4.2.6	Glucose in der Dialysierflüssigkeit	96
4.3	Ernährungsparameter	97
4.4	Umstellung von Patienten auf HighVolume**HDF**®	100
4.5	Checkliste: Sind Sie bereit, mit HighVolume**HDF**® Behandlungen zu beginnen?	102
5.	5008 CorDiax und 5008S CorDiax Kurzanleitung	105
6.	Weiterführende Fachliteratur	128
7.	Glossar	130
8.	Referenzen	134

Herausfordernde kardiovaskuläre Situation

01

Herausfordernde kardiovaskuläre Situation

01

Dieses Kapitel behandelt die Auswirkungen von Hämodialyse-behandlungen auf die kardio-vaskuläre Situation von Dialyse-patienten und erläutert das Konzept der kardioprotektiven Hämodialyse.

INHALT

1.1	Kardiovaskuläre Erkrankungen – ein erhebliches Risiko für Dialysepatienten	10
1.2	Bessere Ergebnisse mit kardioprotektiven Behandlungen	12
1.3	Kardioprotektive Hämodialyse – HighVolume**HDF**®	14

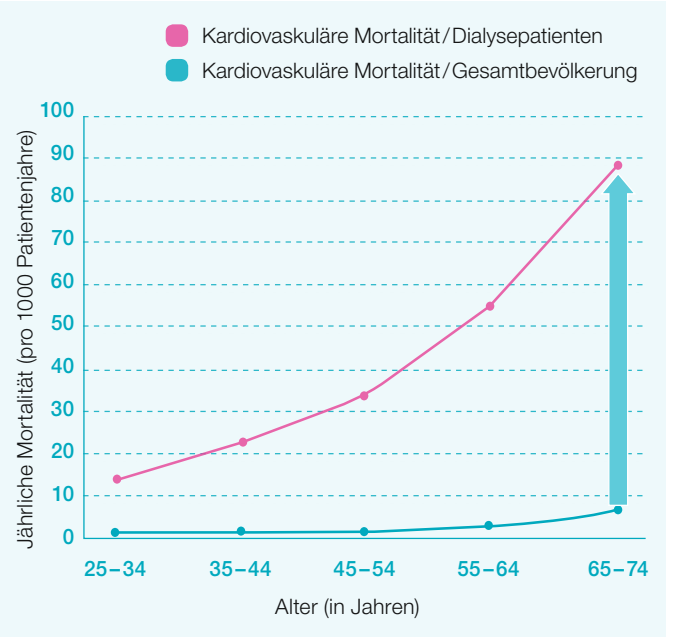
Herausfordernde kardiovaskuläre Situation

1.1 Kardiovaskuläre Erkrankungen – ein erhebliches Risiko für Dialysepatienten

In den vergangenen Jahren wurden im Bereich der Hämodialysetherapie bedeutende technische und therapeutische Fortschritte erzielt. Dennoch sind kardiovaskuläre Erkrankungen (CVD) bei Dialysepatienten immer noch die häufigste Todesursache. Beinahe jeder zweite Dialysepatient stirbt aufgrund kardiovaskulärer Komplikationen. Damit liegt ihre kardiovaskuläre Mortalität weit über dem Durchschnitt der Gesamtbevölkerung.[1]

Neue Behandlungsmethoden und Technologien wie die HighVolume**HDF**® können dazu beitragen, die Prognose von Dialysepatienten zu verbessern. Therapien zur gezielten Verringerung kardiovaskulärer Komplikationen verlangsamen den Verlauf kardiovaskulären Erkrankungen.

Im Vergleich zur Gesamtbevölkerung treten bei Dialysepatienten erhöhte kardiovaskuläre Mortalitätsraten auf[1]



(Abbildung aus Originalpublikation adaptiert)

1.2 Bessere Ergebnisse mit kardioprotektiven Behandlungen

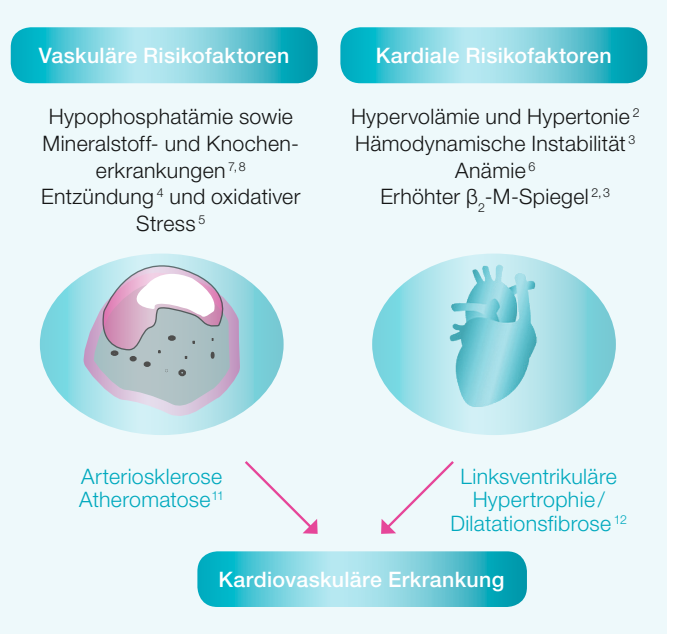
Multiple Risikofaktoren lösen kardiovaskuläre Erkrankungen aus und führen zu einem schnellen Fortschreiten der Arteriosklerose und der linksventrikulären Hypertrophie. Sie bewirken auch eine geringere Verträglichkeit der Hämodialysebehandlung und weitere Komplikationen. Letztendlich sind Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit einem erhöhten Mortalitätsrisiko verbunden.

Risikofaktoren

Neben den traditionellen Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen haben CKD-Patienten eine ganze Reihe zusätzlicher Risikofaktoren wie beispielsweise:

- Hypervolämie und Hypertonie[2]
- Hämodynamische Instabilität[3]
- Entzündung[4] und oxidativer Stress[5]
- Anämie[6]
- Hypophosphatämie sowie Mineralstoff- und Knochenerkrankungen[7,8]
- Erhöhter β_2-Mikroglobulin-Spiegel (β_2-M)[9,10]

Potentielle kardiovaskuläre Risikofaktoren bei Dialysepatienten



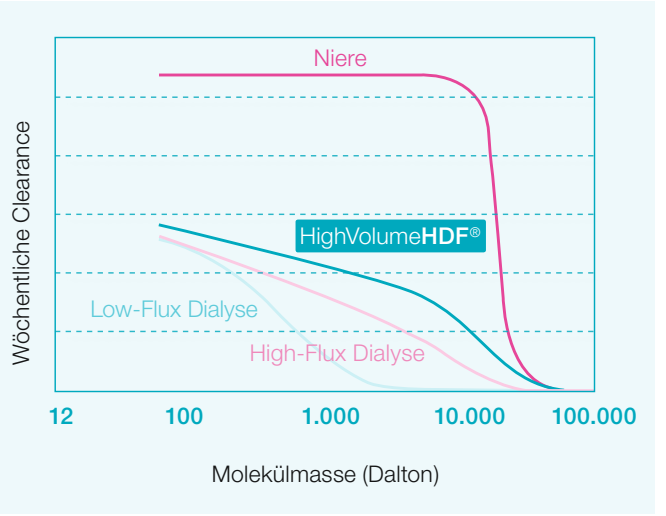
Neue Behandlungsmethoden und Technologien wie die HighVolume**HDF**® haben einen positiven Einfluss auf diese Risikofaktoren und ermöglichen eine bessere Kardioprotektion.

1.3 Kardioprotektive Hämodialyse – HighVolume**HDF**®

Die Hämodiafiltration gilt mit ihren zahlreichen positiven Auswirkungen auf dialysebezogene kardiovaskuläre Risikofaktoren derzeit als effektivste Dialysemethode[13] und kommt dem Eliminationsprofil der gesunden Niere am nächsten.

In HighVolume**HDF**® Behandlungen werden hohe Substitutionsvolumina und damit eine wirksame Entfernung von Mittelmolekülen erreicht. HighVolume**HDF**® wirkt sich positiv auf die wichtigsten kardiovaskulären Risikofaktoren aus und trägt somit zum verbesserten Outcome bei.

Vergleich der verschiedenen Dialysemethoden mit der gesunden Niere



Interne Daten: schematische Darstellung der wöchentlichen Clearance

Hintergrund-informationen zur HighVolume**HDF**®

02

Hintergrund-informationen zur HighVolume**HDF**®

02

*In diesem Kapitel erhalten Sie eine Einführung zur HighVolume**HDF**®, dem derzeit effektivsten Hämodialyseverfahren.*

Sie erhalten Einsicht in den therapeutische Nutzen, die Studienlage und die Produkte und Möglichkeiten zur Umsetzung dieses neuen Behandlungsverfahrens.

> >

INHALT

2.1	Physikalische Prinzipien	20
2.1.1	Diffusion und Konvektion	20
2.1.2	Optimale Substitutionsvolumina	24
2.2	Medizinischer Hintergrund	31
2.2.1	Vorteile der HighVolume**HDF**®	31
2.2.2	Daten zur HighVolume**HDF**®	32
2.3	Auswahl der Patienten	36

2.1 Physikalische Prinzipien

2.1.1 Diffusion und Konvektion

Diffusion

Diffusion bezeichnet die Bewegung kleiner Moleküle über eine semipermeable Membran von einem Bereich mit höherer zu einem Bereich mit niedrigerer Konzentration. Der diffusive Transport findet so lange statt, bis sich auf beiden Seiten der Membran dieselbe Molekülkonzentration einstellt. **Die Diffusion ist eine wirksame Methode zur Entfernung kleiner Moleküle wie beispielsweise Harnstoff.**

Die Low-Flux Hämodialyse basiert ausschließlich auf dem diffusiven Transport, so dass größere Urämietoxine die Membran nicht passieren können.

Konvektion

Der konvektive Stofftransport (in Hämofiltration und Hämodiafiltration) basiert auf der Ultrafiltration großer Mengen Plasmawassers über die semipermeable Dialysemembran.

Insbesondere große Urämietoxine werden durch den konvektiven Transport effektiv entfernt. **Verschiedene Behandlungsmethoden innerhalb der HDF kombinieren unterschiedliche Anteile von Diffusion und Konvektion.**

Bei der Prädilution-HDF führt die Konvektion zur effektiven Eliminierung größerer Moleküle. Kleinere Moleküle, die einem Diffusionsgradienten folgen, werden etwas weniger effizient entfernt als in Postdilution-HDF Behandlungen, in denen Urämietoxine über ein breites Molekulargewichtsspektrum hinweg mit hoher Effizienz entfernt werden.

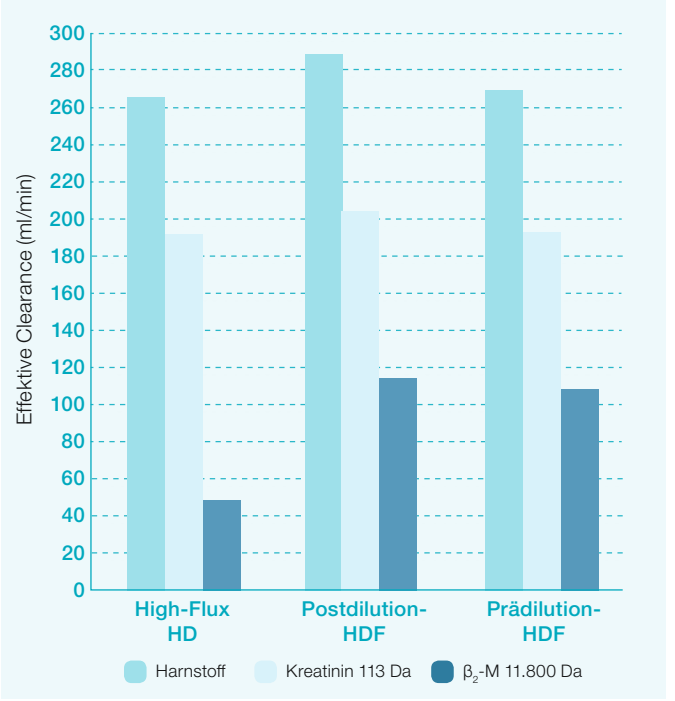
Postdilution-HDF

Um den Flüssigkeitshaushalt aufrecht zu erhalten, muss das zusätzliche Ultrafiltrationsvolumen substituiert werden. Erfolgt dies nach dem Dialysator, spricht man von einer Postdilution-HDF.

Postdilution-HDF stellt im Vergleich zur High-Flux-HD und Prädilution-HDF die effektivste Kombination von diffusivem und konvektivem Transport zur Entfernung einer Vielzahl von Molekülen, d.h. kleiner und mittelmolekularer Urämietoxine, dar.[14]

Besonders β_2-M wird in der Postdilution-HDF deutlich besser entfernt als in der High-Flux HD. In der Prädilution-HDF führt die Vorverdünnung des Blutes zu einer etwas geringeren diffusiven Clearance kleinerer Moleküle im Vergleich zur Postdilution-HDF (siehe Abbildung auf der folgenden Seite).

Optimale Clearance-Effektivität bei Postdilution-HDF



Berechnung der Clearance mittels Clearance-Calculation-Tool:
Q_B= 400 ml/min, Q_D= 480 ml/min (5008 AutoFlow-Faktor 1,2), FX CorDiax 600.

2.1.2 Optimale Substitutionsvolumina

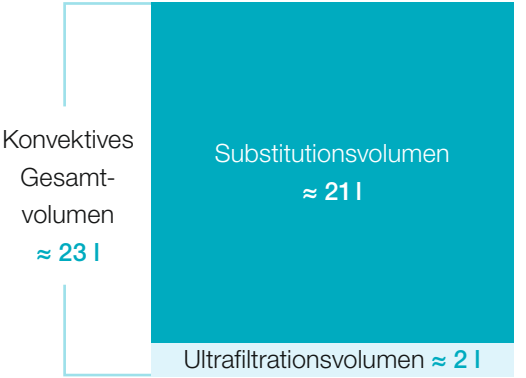
Ein hohes Konvektives Volumen ist entscheidend

Aktuelle Publikationen haben gezeigt, dass zur Maximierung der Vorteile einer HDF-Behandlung ein hohes konvektives Volumen im Postdilutionsmodus erforderlich ist.[15,16,17,18]

Gut zu wissen

Gemäß den Ergebnissen der spanischen High-Volume HDF-Studie sollte im Post-dilution-HDF-Verfahren ein konvektives Gesamtvolumen von mindestens 23 l pro Behandlung angestrebt werden, um die Überlebensraten der Patienten zu verbessern.[15]

Zunächst ist es wichtig, die verschiedenen Begriffsdefinitionen zu verstehen:
Das konvektive Gesamtvolumen setzt sich aus dem Substitutionsvolumen (mindestens 21 l) und dem Ultrafiltrationsvolumen (z.B. 2 l) zusammen. In diesem Beispiel wird ein konvektives Gesamtvolumen von 23 l erzielt.

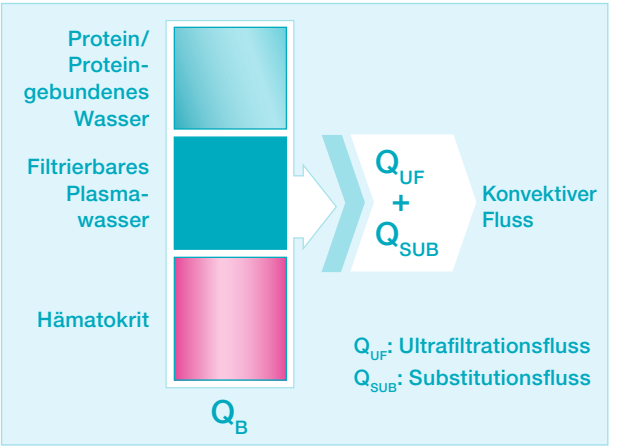


Das konvektive Gesamtvolumen ist die Summe aus Ultrafiltrationsvolumen und Substitutionsvolumen.

Erreichen hoher Substitutionsvolumina

Da zur Ultrafiltration nur Plasmawasser zur Verfügung steht, ist der extrakorporale Blutfluss der limitierende Faktor bei der Postdilution-HDF. Je höher der Blutfluss, desto mehr Plasmawasser kann ultrafiltriert werden. Mit zunehmender Behandlungsdauer sinkt bedingt durch die fortschreitende Ultrafiltration der Anteil des filtrierbaren Plasmawassers (vergl. S. 53).

Konvektiver Fluss in der Postdilution-HDF



Schematische Darstellung

Berechnung der Filtrationsfraktion

Die Filtrationsfraktion (FF) ist eine prozentuale Angabe des konvektiven Volumen bezogen auf das kumulierte Blutvolumen.
Möglichkeiten zur Berechnung der Filtrationsfraktion:

Faustregel

Bei manuell kontrollierten Postdilution-HDF Behandlungen wird zur Berechnung der geeigneten konvektiven Flussrate in der Regel eine FF von 25 % verwendet, um eine alarmfreie Behandlung zu ermöglichen.

Verhältnis von konvektiver Flussrate (Q_{CON}) zu Blutflussrate (Q_B)

$$\text{Filtrationsfraktion}\ (\%) = \frac{\text{Konvektive Flussrate (ml/min)}}{\text{Blutflussrate (ml/min)}}$$

Verhältnis von konvektivem Vol. (V_{CON}) zu kumuliertem Blutvol.

$$\text{Filtrationsfraktion}\ (\%) = \frac{\text{Konvektives Volumen (l)}}{\text{Kumuliertes Blutvolumen (l)}}$$

Eine Erhöhung der Filtrationsfraktion führt zu höheren Konvektionsvolumina

Das maximale Substitutionsvolumen pro Behandlung wird bei höchstmöglicher Filtrationsfraktion erreicht.

Neue, speziell für HighVolume**HDF**® Behandlungen entwickelte Funktionen wie z.B. AutoSub *plus* ermöglichen eine kontinuierliche automatische Regelung der Ultrafiltrationsrate, ohne manuelle Festlegung der Substitutionsrate.

Mit AutoSub *plus* kann das Substitutionsvolumen für jeden Patienten individuell gesteigert werden, während gleichzeitig das Risiko einer Hämokonzentration vermieden wird.

AutoSub *plus* funktioniert bei allen HDF-Verfahren automatisch, d.h., es müssen keine Patientendaten wie z.B. der Hämatokrit oder das Gesamteiweiß manuell eingegeben werden.

Mit AutoSub *plus* können in der Postdilution-HDF in Abhängigkeit von der Blutflussrate und der Blutzusammensetzung Filtrationsfraktionen von bis zu 35 % erreicht werden.

Gut zu wissen

Mithilfe der automatisch ablaufenden Regelung der AutoSub *plus* Funktion kann in Postdilution-HDF Behandlungen ohne erhöhtes Hämokonzentrationsrisiko eine Filtrationsfraktion von bis zu 35 % erreicht werden.

Beispiel für das in einer Postdilution-HDF Behandlung erreichbare Substitutionsvolumen (V_{SUB}):

FF = 30 %; Q_B = 320 ml/min
Gewichtsverlust = 2 l; Dialysezeit t = 240 min

$$Q_{CON} = FF * Q_B$$
$$Q_{CON} = 30\,\% * 320\ ml/min = 96\ ml/min$$

$$V_{CON} = Q_{CON} * t$$
$$V_{CON} = 96\ ml/min * 240\ min = 23\ l$$

$$V_{SUB} = V_{CON} - Gewichtsverlust$$
$$V_{SUB} = 23\ l - 2\ l = 21\ l$$

Bei einer 240 Minuten dauernden Behandlung mit einem Blutfluss von 320 ml/min und einer Filtrationsfraktion von 30 % kann ein Substitutionsvolumen von 21 l erreicht werden.

> *Es sollte alles unternommen werden, um den Flüssigkeitsaustausch in jeder Behandlung zu maximieren.*[13]

Canaud 2011

2.2 Medizinischer Hintergrund

2.2.1 Vorteile der HighVolume**HDF®**

Da bei der HighVolume**HDF®**-Behandlung hohe Substitutionsvolumina erreicht werden, ist eine effektivere Entfernung von Mittelmolekülen möglich. HighVolume**HDF®** verbessert die Outcomes und wirkt sich auf die wichtigsten kardiovaskulären Risikofaktoren positiv aus:

- Intradialytische hämodynamische Stabilität und erleichtertes Erreichen des Sollgewichtes[19]
- Anämie[20]
- Entzündungen und oxidativer Stress[21]
- Hypophosphatämie sowie Mineralstoff- und Knochenerkrankungen[7,8]
- Serum-β_2-M- und Phosphatspiegel[22,23,24]

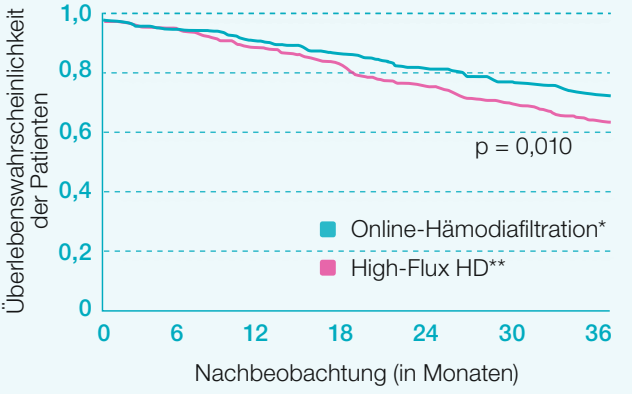
2.2.2 Daten zur HighVolumeHDF®

In den vergangenen Jahren haben verschiedene Studien den klinischen Nutzen von HDF-Behandlungen gezeigt.[15,16,17,18]
Diese Studien bestätigen, dass bei Postdilution-HDF Behandlungen die Höhe des konvektiven Volumens entscheidend für den Therapieerfolg ist.

Der Zusammenhang der Höhe des konektiven Volumens und dem Mortalitätsrisiko wurde in der letzten Meta-Analyse der European Dialysis Working Group erneut bekräftigt.[25]

Die kürzlich veröffentlichte spanische High-Volume HDF-Studie (Maduell et al. 2013, im Auftrag der Studiengruppe Estudio de Supervivencia de Hemodiafiltración On-Line) zeigt weitere Daten, die das Potential dieser Behandlung belegen.

Ergebnisse der spanischen High-Volume HDF-Studie[15]



*mittleres verabreichtes konvektives Volumen zwischen 23 und 24 l/Sitzung
**92 % High-Flux HD

Abbildung adaptiert aus Maduell F. et al., (2013).[15]

Hintergrundinformationen zur High Volume**HDF®**

Die spanische High-Volume HDF-Studie[15] ist eine prospektive, randomisierte, kontrollierte, multizentrische Studie, die den vielfältigen Nutzen einer hoch-effizienten Postdilution-HDF (High Volume**HDF®**) Behandlung zeigen konnte. Basierend auf den Studienergebnissen sollte für jede HDF-Behandlung ein konvektives Gesamtvolumen von mindestens 23 l (Substitutionsvolumen 21l + UF-Volumen 2 l) angestrebt werden. Weitere Studien sind erforderlich, um eine genaue Beziehung zwischen der Höhe des konvektiven Volumens und den klinischen Outcomes festzustellen.

Gut zu wissen

*Primäres Outcome: Die Gesamtmortalität war bei Patienten, die mit High Volume**HDF®** behandelt wurden, signifikant reduziert.[15]*

Verbesserte Überlebensraten

30 % **Reduktion des Gesamtmortalitäts-risikos (p=0,01)**

55 % Risikoreduktion der infektionsbedingten Mortalität (p=0,03)

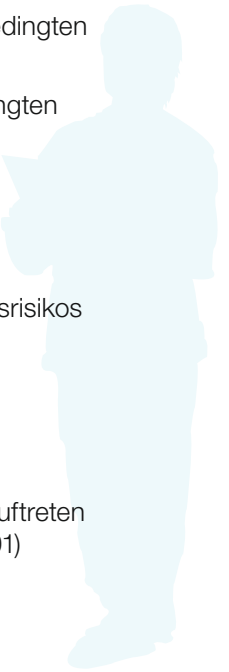
61 % Reduktion des schlaganfallbedingten Mortalitätsrisikos (p=0,03)

Geringere Behandlungskosten

22 % Reduktion des Hospitalisierungsrisikos (p=0,001)

Besseres Wohlergehen der Patienten

28 % Reduktion des Risikos für ein Auftreten hypotensiver Episoden (p <0,001)



2.3 Auswahl der Patienten

Bislang sind keinerlei Kontraindikationen für eine Behandlung mit HDF bekannt oder dokumentiert. Deshalb ist im Prinzip davon auszugehen, dass alle Dialysepatienten von den Vorteilen der HighVolume**HDF**® profitieren würden.

“Angesichts dieser Ergebnisse könnte die OL-HDF zur ersten Therapieoption für Hämodialysepatienten werden.”[15]

Maduell 2013

Voraussetzungen für die HighVolume**HDF®**

03

Voraussetzungen für die HighVolume**HDF®**

03

*In diesem Kapitel geht es um die Voraussetzungen für HighVolume**HDF®** Behandlungen und darum, wie Sie mithilfe moderner Technik alle Vorteile der HDF-Behandlung für Ihre Patienten nutzen können.*

INHALT

3.1	Zuverlässige Herstellung großer Mengen steriler und pyrogenfreier Substitutionsflüssigkeit	42
3.2	Moderne Gerätetechnologie	48
3.3	Geeignete Dialysatoren für die HighVolume**HDF**®	64
3.4	Hämodialysekonzentrate	67
3.5	Checkliste: Bereit für die HighVolume**HDF**®?	68

3.1 Zuverlässige Herstellung großer Mengen steriler und pyrogenfreier Substitutionsflüssigkeit

Bei der HighVolume**HDF**® werden maximale Konvektionsvolumina angestrebt. Dafür sind große Mengen steriler, pyrogenfreier Substitutionsflüssigkeit erforderlich.

Die Verwendung von Dialysierflüssigkeit, deren Qualität und Reinheit internationalen Standards genügt, ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die sichere Durchführung aller modernen Nierenersatztherapien.

Wasserqualitätsmanagement

Eine Kombination der Online Purification Cascade (OPC) mit dem ONLINE*plus*-System ermöglicht ein einfaches und zuverlässiges Wasserqualitätsmanagement im Rahmen eines umfassenden Therapieansatzes für die HighVolume**HDF**® und bleibt dabei bezahlbar und nachhaltig.

Gut zu wissen

*Die Wasserqualität muss bei der HighVolume**HDF**® denselben internationalen Standards entsprechen wie in der High-Flux HD.*

Online Purification Cascade (OPC)

Online Purification Cascade (OPC) bezeichnet einen zuverlässigen und mehrstufigen Prozess zur Umsetzung individueller Wassertechnik-Lösungen in Dialyseeinrichtungen.

Die OPC-Produktreihe bietet eine umfassende Auswahl an Produkten und Dienstleistungen, um allen relevanten Standards bezüglich der Funktionalität und technischen Sicherheit gerecht zu werden:

- Systeme zur Wasservorbehandlung
- Umkehrosmosen
- Konzentratversorgung

Gut zu wissen

Jedes Dialysezentrum trägt selbst die Verantwortung für die Umsetzung eines validierten Plans für den Betrieb, die Überwachung und Wartung des Wasseraufbereitungssystems.

Voraussetzungen für die HighVolume**HDF**®

ONLINE*plus*-Technologie

Mit der ONLINE*plus*-Technologie der Dialysegeräte der 5008 CorDiax Serie ist die Herstellung hoher Substitutionsvolumina kein Problem mehr.

Diese Technologie ermöglicht die Herstellung steriler, pyrogenfreier Substitutionsflüssigkeit in nahezu unbegrenzten Mengen. Dies gelingt durch die online-Filtration gebrauchsfertiger Dialysierflüssigkeit mittels DIASAFE®*plus*-Filtern, die eine ausgeprägte Endotoxin-Rückhaltefähigkeit haben.

ONLINE*plus* – Zweistufiges Filtrationssystem

Während andere Filtrationssysteme bisweilen drei Filtrationsschritte benötigen, arbeitet ONLINE*plus* mit einem modernen zweistufigen Filtrationssystem, den Diasafe®*plus*-Filtern. Dank ihrer großen Oberfläche (je 2,2 m^2) besitzen diese Filter ein hohes Adsorptionsvermögen, mit dem in der Dialysierflüssigkeit vorhandene Endotoxine herausgefiltert werden können.

Das ONLINE*plus*-System hat sich in zahllosen Behandlungen als effektive und praktikable Lösung erwiesen. Indem es verhindert, dass Endotoxine oder Mikroorganismen in die Substitutionsflüssigkeit gelangen, sorgt es zuverlässig für eine hohe Behandlungsqualität.

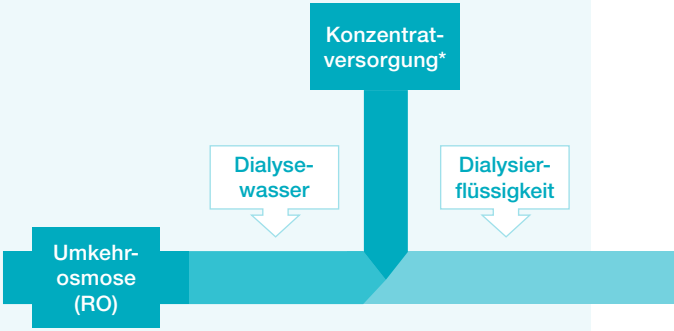
Gut zu wissen

Die Online Purification Cascade und das ONLINEplus-System ermöglichen die online-Herstellung steriler und pyrogenfreier Substitutionsflüssigkeit in nahezu unbegrenzten Mengen.

Voraussetzungen für die HighVolume**HDF®**

Wasserqualitätsmanagement

Online Purification Cascade (OPC-Produktreihe)



	TVC** CFU/ml	Endotoxine IU/ml	ISO
Dialysewasser	< 100	< 0.25	13959, 23500
Dialysierflüssigkeit	< 100	< 0.50	
Hochreine Dialysierflüssigkeit	< 0.1	< 0.03	11663, 23500
Sterile, pyrogenfreie Substitutionsflüssigkeit	–	–	

*Gemäß ISO 13958, 23500

**Total viable microbial count (Gesamtkeimzahl)

Auch möglicherweise abweichende lokale Anforderungen sind zu berücksichtigen.

ONLINE*plus*

Automatischer Integritätstest, ein Leckagetest vor jeder Behandlung

Sterile, pyrogenfreie Substitutionsflüssigkeit

Hochreine Dialysierflüssigkeit

3.2 Moderne Gerätetechnologie

Für die HighVolume**HDF®**-Behandlung sollten Dialysegeräte folgende Voraussetzungen erfüllen, während die Handhabung des Geräts weiterhin einfach und unkompliziert sein sollte:

- Kontinuierliche automatische Regelung der Substitutionsraten zur Maximierung der Substitutionsvolumina bei gleichzeitiger Minimierung des Hämokonzentrationsrisikos
- Moderne Sicherheitsvorkehrungen zur Unterstützung des Anwenders bei den täglichen Routineabläufen
- Automatische Anpassung des Dialysatflusses an den Blutfluss zur Einsparung von Wasser- und Energie sowie zur Verminderung der ökologischen Auswirkungen der Dialysebehandlung
- Einfacher Umgang mit den Blutschlauchsystemen für schnellere Arbeitsabläufe und einen verringerten Schulungsaufwand
- Online-Herstellung von Substitutionsflüssigkeit gemäß ISO 23500

Therapiesysteme 5008 CorDiax und 5008S CorDiax

Die Therapiesysteme 5008 CorDiax und 5008S CorDiax erfüllen alle genannten Voraussetzungen. Ihre innovativen Geräteeigenschaften ermöglichen eine unkomplizierte Integration von HighVolume**HDF**® Behandlungen in die täglichen Abläufe:

- **AutoSub *plus***
  Automatische Maximierung des Substitutionsvolumens für HighVolume**HDF**®
- **MIXED HDF**
  Hoher konvektiver Transport auch bei Patienten mit schwierigen Gefäßzugängen und niedrigen Blutflussraten
- **Venous Access Monitoring (VAM)**
  Optimierte Überwachung des venösen Zugangs
- **AutoFlow**
  Automatische Anpassung des Dialysatflusses an den Blutfluss

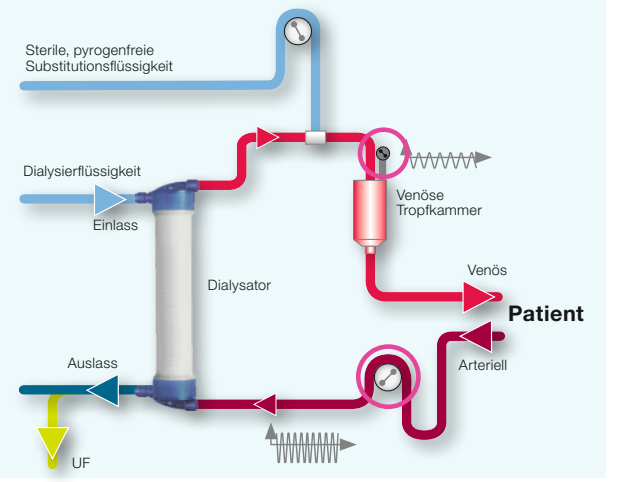
Funktionsprinzip von AutoSub *plus*

Automatische Maximierung des Substitutionsvolumens in der HighVolume**HDF**®

AutoSub *plus* ermöglicht eine automatische Maximierung des individuellen Substitutionsvolumens für jeden Patienten zu jedem Behandlungszeitpunkt, wobei keine patientenspezifischen Parameter eingegeben werden müssen. Hohe Substitutionsraten können ohne Hämokonzentration und somit alarmfrei erreicht werden.

Bisherige Bedenken, dass die für eine Postdilution-HDF Behandlung erforderlichen hohen Konvektionsvolumina zu einer Hämokonzentration und in Folge zu hohen Transmembrandrücken führen könnten, wenn die Behandlungsparameter nicht ständig überprüft und angepasst werden, entfallen bei Behandlungen mit AutoSub *plus*. Mit dieser neuen Regelung ist die HighVolume**HDF**® genauso unkompliziert wie eine HD, und ein zusätzliches Eingreifen des Anwenders in diesem Zusammenhang ist nicht erforderlich. AutoSub *plus* hilft dabei, die HighVolume**HDF**® als einfach anzuwendende Standardtherapie zu etablieren.

Kontinuierliche dynamische Signalanalyse von Druckimpulsen der Blutpumpe



Das Funktionsprinzip von AutoSub *plus* basiert auf einer dynamischen Signalanalyse der von der Blutpumpe erzeugten Druckimpulse. Dieses Verfahren liefert sehr genaue Informationen zu den Bedingungen im Dialysator – nicht nur auf beiden Seiten der Membran, sondern auch entlang des Blutflussweges. Substitutionsvolumina können so ohne zusätzliches Eingreifen des Anwenders für jeden Patienten individuell maximiert werden.

Voraussetzungen für die HighVolume**HDF**®

Das System erreicht seine optimale Leistungsfähigkeit durch einen Selbstregulierungsmechanismus, der die aktuellen Bedingungen mehrmals pro Minute überprüft und die Substitutionsrate sofort entsprechend anpasst.

Selbstregulierungsmechanismus von AutoSub *plus*

Patientenbezogene Einflussfaktoren bei der HighVolume**HDF®**

Folgende individuelle Patientenparameter können einen Einfluss auf die erreichbare Substitutionsrate (Q_{SUB}) haben:

- **Individuelle Rheologie des Blutes:**
  Je höher die Blutviskosität, desto geringer die für eine bestimmte Blutflussgeschwindigkeit zu erreichende Q_{SUB}

  - Hämatokrit
  - Fibrinogen
  - Lipide

  Hohe Konzentrationen im Blut erhöhen die Blutviskosität

- **Individuelle Refilling-Kapazität:**
  Eine höheres Refilling (Nachströmen von Wasser aus dem umgebenden Gewebe in die Gefäße) ermöglicht eine höhere UF-Rate. Das Refilling kann zum Beispiel mithilfe des Blutvolumenmonitors (BVM) überprüft werden.

Voraussetzungen für die HighVolume**HDF®**

MIXED HDF

Hoher konvektiver Transport bei Patienten mit ungünstigen Voraussetzungen

MIXED HDF ist eine innovative Behandlungsoption, bei der die Eigenschaften und Vorteile der Prä- und Postdilution-Methode kombiniert werden.

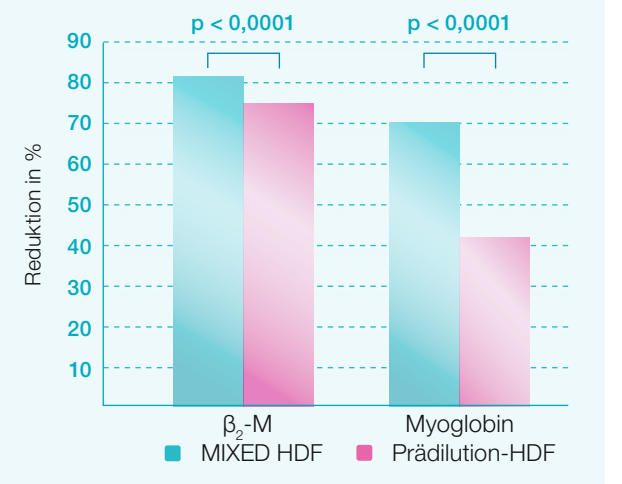
Diese Behandlungsmethode wurde speziell für Patienten mit ungünstigen Voraussetzungen entwickelt, bei denen in der Postdilution-Methode kein ausreichendes konvektives Volumen zu erreichen ist. Hierzu zählen z.B. Patienten mit einem geringen Shuntfluss, hohen Serumlipiden, hohem Hämatokrit oder Fibrinogen. Normalerweise würden diese Patienten mit HD oder Prädilution-HDF behandelt.

Das Therapiesystem 5008 CorDiax ist das einzige Gerät, mit dem gleichzeitig Substituat in Prä- und Postdilution verabreicht werden kann – in der sogenannten MIXED HDF.

Mithilfe der beiden Substitutionspumpen kann der konvektive Transport erhöht werden, indem graduell der Prädilutionsanteil gesteigert und damit das Risiko einer Hämokonzentration vermieden wird, bzw. geringe Blutflüsse kompensiert werden.

Die 5008 CorDiax arbeitet in der MIXED HDF mit zwei Substitutionspumpen

Wirksamere Entfernung von Mittelmolekülen in der MIXED HDF im Vergleich zur Prädilution-HDF



Daten aus einer randomisierten klinischen Crossover-Studie, in der die Entfernung von β_2-M und Myoglobin auf Grundlage von Serumkonzentrationen vor und nach Dialyse verglichen werden (Q_B = 200 ml/min).[26]

Potier et al. konnten zeigen, dass selbst Patienten mit einem geringen Blutfluss (200 ml/min) in MIXED HDF Behandlungen signifikant höhere Reduktionsraten für β_2-M und Myoglobin erreichten als in der Prädilution-HDF.[26]

MIXED HDF führt zu signifikant höheren Reduktionsraten als Prädilution-HDF bei:

- Clearance kleiner Moleküle
- Clearance von Mittelmolekülen, beispielsweise β_2-M (11800 Da) und Myoglobin (17800 Da)

Venous Access Monitoring (VAM)

Optimierte Überwachung des venösen Gefäßzugangs

Eine plötzliche Dislokation der venösen Nadel kann einen kritischen Blutverlust zur Folge haben.

VAM ist eine einzigartige, intelligente Sicherheitsfunktion zur Überwachung des venösen Gefäßzugangs. VAM ermöglicht durch eine kombinierte Auswertung arterieller und venöser Drucksignale eine dynamische und empfindliche Überwachung des Druckes im venösen System. So können bereits kleine, plötzlich auftretende Druckabfälle von ca. 15 mmHg erkannt werden, selbst wenn der venöse Druck an der Untergrenze des Grenzwertfensters liegt. VAM wurde entwickelt, um Ärzte und Pflegekräfte bei der Überwachung des venösen Gefäßzugangs zu unterstützen. Die Verantwortung für die Patientensicherheit obliegt während der gesamten Behandlung weiterhin dem Anwender.

VAM verfügt über ein durchdachtes Alarmverarbeitungskonzept: ein Alarm wird nur ausgelöst, wenn die gemessenen Signale außergewöhnlich sind oder sich zu stark

von vorherigen Druckprofilen unterscheiden. Bei Auslösung eines Alarms, wird die Blutpumpe unverzüglich gestoppt und die venöse Klemme geschlossen. So hat das Pflegepersonal Zeit, sich in angemessener Weise um den Patienten zu kümmern.

VAM leistet durch die Überwachung des venösen Gefäßzugangs einen weiteren Beitrag auf dem Weg zu einer verbesserten Patientensicherheit.

AutoFlow-Faktor

Automatische Anpassung des Dialysatflusses zur Optimierung der Verbräuche und für einen schonenenden Umgang mit der Umwelt.

Die AutoFlow-Funktion passt den Dialysatfluss automatisch dem effektiven Blutfluss an. So können Wasser, Abwasser, Konzentrat und Energie in erheblichem Umfang eingespart und, ohne Beeinträchtigung der Harnstoff-Clearance, auch die Kosten beträchtlich gesenkt werden.

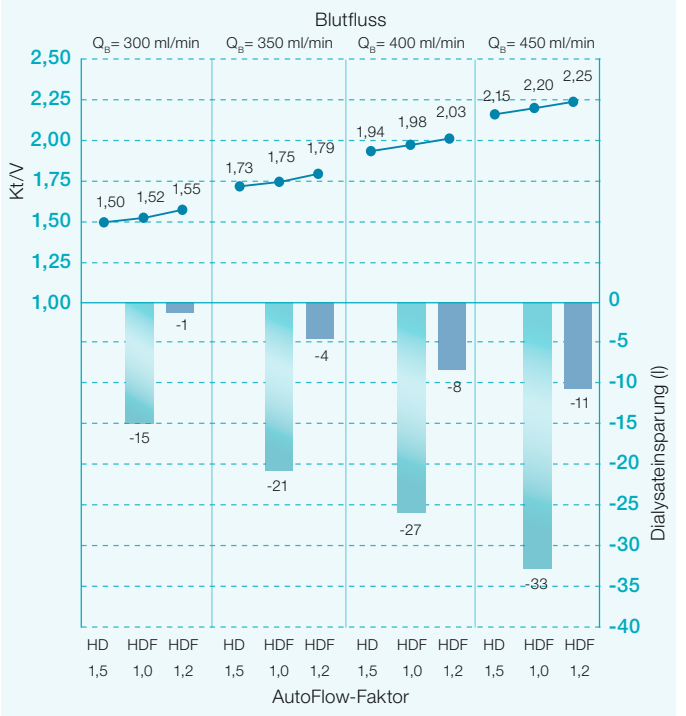
Erläuterung zum Verständnis der Abbildung:

Die Abbildung zeigt, dass bei einer HDF mit AutoFlow-Faktor 1,0 bei einem Blutfluss von 400 ml/min im Vergleich zu einer HD 27 l Dialysat eingespart werden können, ohne den Kt/V-Wert zu beeinträchtigen. Die Berechnungen berücksichtigen bereits die in der HDF eingesetzte Substitutionsflüssigkeit (21 l).

Das Beispiel basiert auf einem Verbrauch von 144 l Dialysierflüssigkeit bei einer 4-stündigen HD-Behandlung mit einem Standard-AutoFlow-Faktor von 1,5 bei einem Blutfluss 400 ml/min. Im Vergleich dazu steht ein Verbrauch von 96 l Dialysierflüssigkeit bei einer HDF mit AutoFlow-Faktor 1,0 plus 21 l Substitutionsvolumen.

Die Analyse wurde mithilfe des Clearance Calculation Tool durchführt (FX CorDiax 600 Dialysator, Hämatokrit 37 % und Gesamtprotein 7,5 g/dl).

Darstellung der reduzierten Dialysatverbräuche und erzielten Kt/V-Werte in der Postdilution-HDF mit 5008 CorDiax und 5008S CorDiax Geräten bei verschiedenen AutoFlow-Faktoren und unterschiedlichen Blutflüssen im Vergleich zur HD-Behandlung



Voraussetzungen für die HighVolume**HDF®**

Einstellung der Substitutionsvolumina in verschiedenen Systemen

	5008 CorDiax	5008S CorDiax
HDF mit automatischer Regelung der Substitutionsrate	● (AutoSub *plus*)	● (AutoSub *plus*)
Automatische Regelung basierend auf	Dynamische Signalanalyse	Dynamische Signalanalyse
Häufigkeit der Überprüfung während der Behandlung	Mehrmals pro Minute	Mehrmals pro Minute
Anzahl benötigter Ultrafilter für Online-HDF	2	2
MIXED HDF (kombiniert Prä-/Postdilution)	●	–
HDF in der pädiatrischen Behandlung (10 – 40 kg)	●	–
HDF in Kombination mit Single-Needle	●	●
ONLINE-Priming und Reinfusion in HD / HDF	●/●	●/●
Automatische Anpassung des Dialysatverbrauchs an Blutfluss und Behandlungsmethode	● (AutoFlow)	● (AutoFlow)
Variabler AutoFlow-Faktor	●	●
EcoFlow	●[3]	●[3]
Venous Access Monitoring (VAM)	●	●

[1] Nur mit HDF-Kartusche möglich
[2] Zusätzliche Einmalprodukte erforderlich
[3] Reduzierter Fluss von 150 ml/min und Bikarbonatverbrauch von 25 mmol/l

Gambro Artis	BBraun Dialog +	Nikkiso DBB-07
● (ULTRA^{CONTROL})	–	–
TMP	–	–
Stündlich	–	–
3	2	2 (3 DBB-05)
–	–	–
–	–	–
–	–	–
–[1]/●	●/●[2]	–/●[2]
–	–	–
–	–	–
–[4]	–[5]	–[6]
–	–	–

[4] Der geringstmögliche Dialysatfluss beträgt 300 ml/min
[5] Dialysatfluss wird gestoppt (0 ml/min)
[6] Standby oder Zirkulationsmodus (Zirkulation der Reinigungslösung)

3.3 Geeignete Dialysatoren für die HighVolume**HDF®**

Dialysatoren für HighVolume**HDF®** müssen hinsichtlich Membran und Fasern verschiedene Voraussetzungen erfüllen.

Der FX CorDiax Hämo*dia*filter

Der FX CorDiax Hämo*dia*filter wurde speziell zur effektiven Entfernung von Mittelmolekülen bei gleichzeitiger Minimierung des Albuminverlusts in konvektiven High-Volume-Therapien entwickelt.

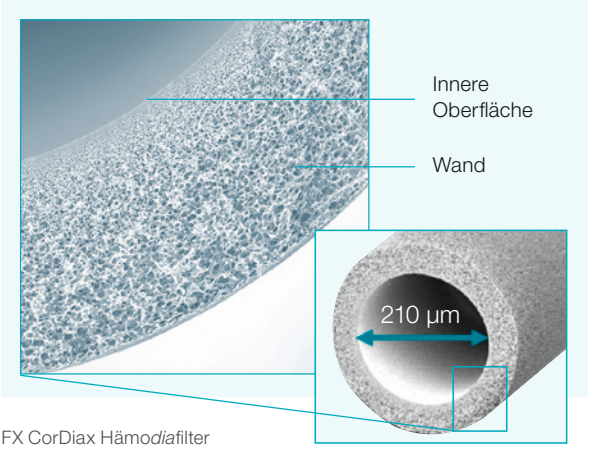
Die Helixone®*plus* Membran der FX CorDiax Hämo*dia*filter ist darauf ausgelegt, größere Urämietoxine bestmöglich zu entfernen und den Albuminverlust gleichzeitig so gering wie möglich zu halten. Entstanden ist ein Hämo*dia*filter mit einem hohen Siebkoeffizient und einer für Mittelmoleküle wie β_2-Mikroglobulin und Myoglobin optimierten selektiven Permeabilität.

Siebkoeffizienten der FX CorDiax Hämo*dia*filter

	Molekülmasse (in Dalton)	FX CorDiax HDF	FX HDF
Albumin	66500	< 0,001	< 0,001
Myoglobin	17053	0,50	0,28
β_2-Mikroglobulin	11731	0,90	0,80

Voraussetzungen für die HighVolume**HDF**®

Neben der veränderten Membranpermeabilität führt das erhöhte Faserlumen (210 µm) der FX CorDiax Hämo*dia*-filter nach dem Gesetz von Hagen-Poiseuille zu einem erheblich reduzierten Druckabfall in der Hohlfaser. Dies optimiert wiederum die im Dialysator herrschenden Blutflussbedingungen für eine maximale Leistungsfähigkeit der HighVolume**HDF**®.



FX CorDiax Hämo*dia*filter

Eine Kombination aus FX CorDiax HDF Dialysator und AutoSub *plus* ermöglicht maximale Substitutionsvolumina bei der Postdilution-HDF.

3.4 Hämodialysekonzentrate

Die HDF wird mit Standardkonzentraten durchgeführt. In einem Standard 650 g bi*bag*® ist in der Regel ausreichend Bikarbonat enthalten, um Behandlungen unterschiedlicher Dauer bei verschiedenen Blutflussraten oder Bikarbonatkonzentrationen durchzuführen:

- 210 l Dialysierflüssigkeit bei einer Bikarbonat-Konzentration von 32 mmol/l
- 199 l Dialysierflüssigkeit bei einer Bikarbonat-Konzentration von 34 mmol

AutoFlow-Faktor	1,0			1,2		
Behandlungszeit	4,0 h	4,5 h	5,0 h	4,0 h	4,5 h	5,0 h
Q_B ml/min	Erforderliche Menge Dialysierflüssigkeit (in Litern)					
300	115 l	127 l	139l	129 l	142 l	157 l
350	131 l	145 l	159 l	148 l	164 l	180 l
400	147 l	163 l	179 l	166 l	185 l	203 l
450	163 l	182 l	199 l	185 l	206 l	227 l

In der Tabelle ist dargestellt, wie viel Dialysierflüssigkeit bei einer HDF-Behandlung (FF = 35 %; Wartezeit 45 Minuten) in Abhängigkeit vom jeweiligen Blutfluss, AutoFlow-Faktor und der Behandlungsdauer erforderlich ist.

3.5 Checkliste: Bereit für die HighVolumeHDF®?

Sind Sie bereit für die einfache und sichere Einführung der HighVolume**HDF**® in Ihren Klinikalltag?

Bitte überprüfen Sie, ob Sie die richtigen Produkte haben:

Wassertechnologie
OPC-Produktreihe

Erfüllt die chemischen und mikrobiologischen ISO-Standards für Hämodialyse für:

	TVC* CFU/ml	Endotoxine IU/ml
Dialysewasser	< 100	< 0,25
Dialysierflüssigkeit	< 100	< 0,50

Validierter Plan für Betrieb, Überwachung und Wartung des Wasseraufbereitungssystems

*Total viable microbial count (Gesamtkeimzahl)

- **Modernste Geräte-Technologie:**
  Therapiesysteme 5008 CorDiax und 5008S CorDiax mit
  - **ONLINE*plus*-Technologie**
  - **AutoSub *plus***
  - **Venous Access Monitoring**
  - **AutoFlow-Faktor 1,0–1,2**
- **Geeignete Dialysatoren**
  FX CorDiax Hämo*dia*filter

Praktische Anwendung der HighVolume**HDF®**

04

Praktische Anwendung der HighVolume**HDF**®

04

*Dieses Kapitel zeigt, wie einfach es ist, die Behandlungsparameter so zu verändern, dass eine HighVolume**HDF**® durchgeführt werden kann.*

*Außerdem erfahren Sie, wie Patienten von HD auf HighVolume**HDF**® umgestellt werden können.*

> >

INHALT

4.1	Gefäßzugang	74
4.2	Festlegung der Behandlungsparameter	76
4.2.1	Extrakorporaler Blutfluss	76
4.2.1.1	Optimale Nadelgröße	80
4.2.1.2	Drücke im extrakorporalen Kreislauf	83
4.2.1.3	Hohes Substitutionsvolumen trotz problematischen Gefäßzugangs	84
4.2.1.4	Schema zur Maximierung des individuellen extrakorporalen Blutflusses	85
4.2.2	Behandlungsdauer	86
4.2.3	Elektrolyte in der Dialysierflüssigkeit	88
4.2.4	Bikarbonat in der Dialysierflüssigkeit	90
4.2.5	Gerinnungshemmer	94
4.2.6	Glucose in der Dialysierflüssigkeit	96
4.3	Ernährungsparameter	97
4.4	Umstellung von Patienten auf HighVolume**HDF**®	100
4.5	Checkliste: Sind Sie bereit, mit HighVolume**HDF**® Behandlungen zu beginnen?	102

4.1 Gefäßzugang

Ein gut funktionierender Gefäßzugang ist unabhängig von der Art der Behandlung Voraussetzung für jede Dialyse. HighVolume**HDF**® kann bei allen Zugangstypen angewendet werden, auch bei zentralen Venenkathetern.

Art des Gefäßzugangs

- Arteriovenöse Fistel
- Arteriovenöser Shunt
- Zentralvenöser Katheter

Ob bei der HighVolume**HDF**® angemessene Substitutionsvolumina erreicht werden, hängt jedoch zum großen Teil vom extrakorporalen Blutfluss ab. Die Art des Gefäßzugangs und der Shuntfluss sind wichtige Einflussfaktoren für den erreichbaren extrakorporalen Blutfluss.

Shuntfluss

Gefäßzugänge mit einem Fluss > 600 ml/min gelten als ausreichend, um einen angemessenen Blutfluss zu erreichen. Dafür sollten Nadeln mit der richtigen Größe (14 oder 15 G) oder Doppellumenkatheter verwendet werden.

Regelmäßige Überwachung des Shuntflusses

Idealerweise sollte der Shuntfluss regelmäßig überprüft werden. Bei entsprechender klinischer Indikation (z.B. Absinken des Shuntflusses oder Komplikationen am Zugang), sollten häufigere Kontrollen durchgeführt werden.

4.2 Festlegung der Behandlungsparameter

4.2.1 Extrakorporaler Blutfluss

Ein hoher extrakorporaler Blutfluss Q_B führt zu einer hohen Behandlungseffizienz (Kt/V) und ist Voraussetzung für ein hohes Substitutionsvolumen und infolge für eine hohe Mittelmolekül-Clearance.

Gut zu wissen

Um hohe Substitutionsvolumina zu erreichen, muss der extrakorporale Blutfluss Q_B maximiert werden.

Ist eine weitere Optimierung des Blutflusses nicht möglich, können höhere Substitutionsvolumina auch mittels innovativer Technik wie beispielsweise AutoSub *plus* oder MIXED HDF erreicht werden.

In Ausnahmefällen, zum Beispiel nach Fistelrevision, können Behandlungen mit niedrigeren Blutflüssen sinnvoll sein, um die Heilung zu unterstützen. Bei kürzlich aus dem Krankenhaus entlassenen oder schwachen Patienten sind darüber hinaus bei Neubeginn mit HDF-Behandlungen ein geringerer Blutfluss und eine anschließende allmähliche Steigerung des Blutflusses empfehlenswert, um eine langsame Gewöhnung zu ermöglichen.

Empfehlungen zum Blutfluß

Der Blutfluss (Q_B) sollte nicht mehr als 80 % des Shuntflusses (Q_A) betragen.

Methoden zur Messung des Shuntflusses

- Dopplersonographie
- Kochsalzverdünnungsverfahren (z.B. Transonic-Gerät)
- Thermodilution mittels BTM (Bluttemperaturmonitor der Therapiesysteme 5008 CorDiax und 5008S CorDiax)

Thermodilution mittels BTM und Twister

Der BTM bietet in Kombination mit dem Twister eine einfache Möglichkeit zur Shuntflussmessung während der Dialyse durch „Vertauschen“ der Nadeln.[27] Auf Grundlage von zwei BTM-Rezirkulationsmessungen, davon eine mit normalen und eine mit vertauschten Nadeln (erzwungene Fistelrezirkulation), kann der Shuntfluss berechnet werden. Der Twister ist ein Verbrauchsartikel, der ein einfaches „Vertauschen“ der Nadeln erlaubt.

Gut zu wissen

Der Shuntblutfluss ist idealerweise regelmäßig, also z.B. monatlich, und bei besonderer klinischer Indikation zu überprüfen.

Mögliche Auswirkungen eines hohen Q_B

Wenn der Blutfluss über 80 % des Fistelflusses liegt, kann dies zu einem Anstieg der Rezirkulation im Gefäßzugang führen. Außerdem kann die Gefäßwand beschädigt und die Lebensdauer des Gefäßzugangs beeinträchtigt werden.

Symptome eines schnellen Natriumabfalls und einer schnellen Elektrolytverschiebung

Eine Erhöhung des Blutflusses zur Effektivitätssteigerung führt in der Regel zu einer schnelleren Elektrolytverschiebung und einer schnelleren Clearance insbesondere zu Beginn der Dialysebehandlung.

Manche Patienten vertragen dies unter Umständen nicht und klagen dann z.B. über Kopfschmerzen und Übelkeit oder Erbrechen während bzw. nach der Dialyse (Disäquilibrium-Syndrom). Betroffen sind häufig Patienten mit hohen prädialytischen Harnstoffwerten. Hier können durch eine verringerte Behandlungseffektivität (z.B. vorübergehende Q_B Reduktion und anschließende allmähliche Erhöhung) diese Symptome vermieden werden, während die HDF Behandlung beibehalten wird.

4.2.1.1 Optimale Nadelgröße

Warum ist die Wahl der richtigen Nadelgröße so wichtig?

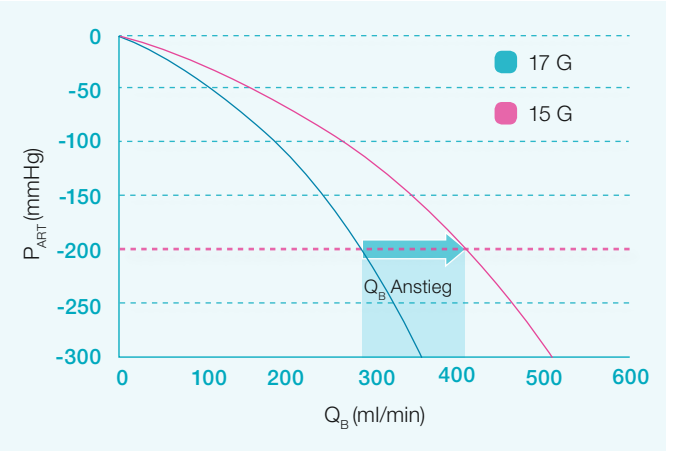
Weil der arterielle und venöse Druck hauptsächlich durch die Größe und Position der Nadel beeinflusst werden.

Die Nadel ist die stärkste Engstelle des extrakorporalen Kreislaufs. Ihr Durchmesser ist entscheidend für den erreichbaren effektiven Blutfluss.

Faustregel

Je größer der Nadeldurchmesser und je kürzer die Nadel ist, desto höher ist der bei konstantem arteriellen und venösen Druck erreichbare Blutfluss.

Wahl der Nadelgröße



Daten liegen vor, Fresenius Medical Care

Durch Umstellung auf eine größere Nadel (z.B. von 17 G auf 15 G) steigt bei konstantem arteriellem Druck P_{ART} (z.B. –200 mmHg) der erreichbare Blutfluss.

Empfehlungen zur Nadelgröße

Für den typischen Patienten wird in der Regel eine Nadelgröße von mindestens 15 G sowohl arteriell als auch venös empfohlen.

Kleinere Nadeln sollten nur in Ausnahmefällen verwendet werden, z.B. wenn

- der Shuntfluss (Q_A) unter 400 ml/min liegt
- das Blutgefäß für die Nadelgröße 15 G zu klein ist
- die Fistel noch nicht gereift ist oder gerade erst revidiert wurde
- Hämatome vorliegen
- eine verlängerte Blutungszeit vorliegt

Gut zu wissen

Aufgrund des Einflusses der Nadelgröße auf den erreichbaren Blutfluss, wird für die Mehrheit der Patienten mindestens eine Nadelgröße von 15 G empfohlen.

4.2.1.2 Drücke im extrakorporalen Kreislauf

Zielwert für den arteriellen Druck (P_{ART})

Zur Steigerung des individuellen extrakorporalen Blutflusses sollte dieser langsam soweit erhöht werden, bis der individuelle Grenzwert für den arteriellen und venösen Druck erreicht wird.

Gut zu wissen

Am Therapiesystem 5008 CorDiax und 5008S CorDiax wird der arterielle Druck vor der Blutpumpe gemessen. Ein typischer Wert bei Shuntzugang liegt um –200 mmHg, woraus sich in der Regel ein venöser Druck von ca. 230 mmHg ergibt.

Der Blutfluss kann erhöht werden, bis mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- Zielwert für P_{ART} ist erreicht
- Q_B erreicht 80 % von Q_A
- Q_B erreicht die verschriebene Obergrenze

4.2.1.3 Hohes Substitutionsvolumen trotz problematischen Gefäßzugangs

Bei Patienten mit problematischer Zugangssituation kann das Erreichen hoher Substitutionsvolumina durch Steigerung des Q_B schwierig sein. Hier wird ein automatisches Regelungssystem wie AutoSub *plus* wichtig, denn mit AutoSub *plus* können noch mehr Patienten ein Substitutionsvolumen von 21 l oder mehr pro Behandlung erreichen.

Bei Patienten, die kein ausreichend hohes Substitutionsvolumen erreichen, ist MIXED HDF die Behandlung der Wahl. Weitere Details zu dieser Behandlungsmethode können den Seiten 48 – 51 entnommen werden.

4.2.1.4 Schema zur Maximierung des individuellen extrakorporalen Blutflusses

Messung des Shuntblutflusses	• Messung von Q_A in regelmäßigen Abständen und bei klinischer Indikation • Q_A-Messungen z.B. mittels Thermodilution-Methode (BTM)
Festlegung der Nadelgröße	• Bei typischen Patienten min. Nadelgröße 15 G • Kleinere Nadeln z.B. verwenden bei Q_A < 400 ml/min, zu kleinen Blutgefäßen oder noch nicht gereiften Fisteln
Festlegung der arteriellen Druckobergrenze	• Individuellen Grenzwert des Patienten für P_{ART} festlegen • Typischer arterieller Druck bei Fistel oder Shunt liegt bei etwa –200 mmHg
Einstellung des optimalen Blutflusses	• Zu Beginn der HDF-Behandlung Q_B erhöhen, bis der P_{ART}-Grenzwert erreicht ist oder Q_B bei 80 % von Q_A liegt, oder Q_B den verschriebenen Grenzwert erreicht

4.2.2 Behandlungsdauer

Eine längere Dialysedauer ist unabhängig von der Behandlungsmethode für alle Patienten gut.
Die Festlegung der Dialysedauer richtet sich in der Regel nach folgenden Kriterien:

- Stoffwechsel-Voraussetzungen des Patienten
- Flüssigkeitsmanagement
- Ultrafiltrationstoleranz
- Behandlungshäufigkeit

Das Substitutionsvolumen und das prozessierte Blutvolumen steigen mit zunehmender Dialysedauer. Die European Renal Best Practice (ERBP) Leitlinien für die Hämodialyse empfehlen eine Dialysedauer von mindestens 4 Stunden dreimal pro Woche.

Beispiel für die Berechnung des Substitutionsvolumens:

Q_B = 320 ml/min; Q_{SUB} = 70 ml/min

240 min:	240 x 70	= 16,8 l
300 min:	300 x 70	= 21,0 l

Eine um 60 min längere Dialysebehandlung führt zu einem um 4,2 l höheren V_{SUB}.

4.2.3 Elektrolyte in der Dialysierflüssigkeit

Unabhängig von der gewählten Behandlungsmethode sollten Elektrolyte wie K^+, Na^+, Ca^{2+} und Mg^{2+} in der Dialysierflüssigkeit angemessen eingestellt werden. Serumelektrolyte sind regelmäßig zu überprüfen.

Serumelektrolyt-Konzentration

Die Serumelektrolyt-Konzentration am Ende einer Dialysebehandlung hängt hauptsächlich von der Konzentration der entsprechenden Elektrolyte in der Dialysierflüssigkeit ab und nicht vom Dialyseverfahren.[24]

Elektrolytverschiebung

Bei hocheffizienter HD und HighVolume**HDF®** ist die initiale Elektrolytverschiebung größer als bei weniger effizienten Hämodialysebehandlungen, d.h. bei Behandlungen mit niedrigem Q_B.

Sonderfall Kalium

Der Serum-Kaliumspiegel ist auch abhängig vom Bikarbonataustausch. Ein schneller Anstieg des Serum-Bikarbonats geht einher mit einem schnelleren Abfall des Serum-K^+, weil der steigende pH-Wert des Blutes zu einer Bewegung von K^+ in die Zellzwischenräume führt.

4.2.4 Bikarbonat in der Dialysierflüssigkeit

Unabhängig von der Behandlungsmethode sollte das Bikarbonat in der Dialysierflüssigkeit auf Grundlage regelmäßiger Überprüfungen der prädialytischen Serum-Bikarbonat-Werte festgelegt werden.

Initiale Bikarbonat-Verschiebung bei der HighVolume**HDF**®

Bei hocheffizienter HD und HighVolume**HDF**® ist die initiale Bikarbonatverschiebung größer als bei weniger effizienten Hämodialysebehandlungen, d.h. bei Behandlungen mit niedrigem Q_B. Daher erfolgt unter Umständen eine schnellere Korrektur der Azidose.

Serum-Bikarbonat-Werte am Ende der Dialyse

Die am Ende der Dialyse erreichten Serum-Bikarbonat-Werte hängen hauptsächlich von der Bikarbonat-Konzentration in der Dialysierflüssigkeit ab und nicht vom Dialyseverfahren. Ein Wechsel von HD auf HDF hat keine wesentlichen Auswirkungen auf die Korrektur der metabolischen Azidose.[28]

Nach den European Renal Best Practice (ERBP) Leitlinien zur Ernährung sollten prädialytische Serum-Bikarbonat-Werte von 20–22 mmol/l zur Wochenmitte angestrebt werden.

Um in diesem Bereich zu bleiben, wird in den Dialysezentren von Fresenius Medical Care für die Dialysierflüssigkeit eine Bikarbonat-Konzentration ≥31–32 mmol/l empfohlen, wobei eine regelmäßige Überschreitung von 35–36 mmol/l zu vermeiden ist. Dies sollte sowohl für High-Flux-HD als auch für HDF-Behandlungen eingestellt werden.

Gut zu wissen

Die individuelle Bikarbonat-Konzentration in der Dialysierflüssigkeit sollte abhängig von der prädialytischen Serum-Bikarbonat-Konzentration regelmäßig angepasst werden.

Beim Therapiesystem 5008 CorDiax und 5008S CorDiax kann die Bikarbonat-Konzentration in der Dialysierflüssigkeit für jeden Patienten individuell angepasst werden, unabhängig davon, ob eine zentrale Konzentratversorgung genutzt wird oder nicht.

Grundlagenwissen

- Die Dialysierflüssigkeit enthält zur Pufferung ein Gemisch aus Azetat oder Citrat (beide werden in Bikarbonat umgewandelt) und Bikarbonat. Bei der Festlegung der individuellen Bikarbonatkonzentration sollte der aus dem Säureanteil des Dialysats stammende Bikarbonatanteil berücksichtigt werden.

- Maximale Metabolisierungsraten von Acetat / Citrat beim Patienten:
  - 1 mmol Acetat wird metabolisiert zu 1 mmol Bikarbonat
  - 1 mmol Citrat wird metabolisiert zu 3 mmol Bikarbonat

- Art und Konzentration der Säure unterscheiden sich zwischen verschiedenen Konzentraten.

- Zu viel Bikarbonat im Dialysat kann eine metabolische Alkalose zur Folge haben. Zu wenig Bikarbonat im Dialysat kann eine metabolische Azidose zur Folge haben.

- Bei einer Änderung der Bikarbonat-Menge sind die prädialytischen Kalium-Werte in Blut und Dialysat zu berücksichtigen. Besonders zu achten ist dabei auf Patienten mit begleitender prädialytischer Alkalämie (HCO_3^- > 28 mmol/l) und Hypokaliämie (K^+ < 4 mmol/l).

- Die Bikarbonatverschiebung zu Beginn der Dialyse und deren Einfluss auf den Serum-Kaliumspiegel ist zu berücksichtigen: einerseits die K^+-Clearance durch die Dialyse und andererseits die durch den steigenden pH-Wert bedingte K^+-Verschiebung vom Blut in die Zellzwischenräume.

4.2.5 Gerinnungshemmer

In der Praxis wird normalerweise eines der folgenden Antikoagulanzien verabreicht:

- Unfraktioniertes Heparin (Molekülmasse 4.000–40.000 Da)
- Niedermolekulares Heparin (NMH, Molekülmasse 4.000–8.000 Da), verabreicht in den venösen oder arteriellen Schenkel des Blutkreislaufs.

Bei jeder Änderung der Behandlungsmodalität sind die Auswirkungen auf die benötigte Menge an Gerinnungshemmern sorgfältig zu beobachten. Besonders wenn von einer Low- auf eine High-Flux Dialyse oder HDF mit hochpermeablen Membranen umgestellt wird, muss bei Anwendung von NMH im arteriellen Schenkel des Blutkreislaufs eventuell die Dosis erhöht werden. NMH kann über die Dialysatormembran verloren gehen, wenn es noch nicht an Bluteiweiße gebunden ist.[29]

Bitte beachten Sie, dass die meisten niedermolekularen Heparine zur Anwendung im arteriellen Schenkel des extrakorporalen Kreislaufs vorgesehen sind! Dennoch ist der NMH-Bedarf bei Anwendung im venösen Schenkel in der Regel geringer.[29]

Gut zu wissen

*Heparindosis ggf. anpassen.**

*Titration der Heparindosis empfohlen.

4.2.6 Glucose in der Dialysierflüssigkeit

Für HD- und HDF-Behandlungen wird in der Regel ein glucosehaltiges Dialysat empfohlen. Im Idealfall hat eine Dialysebehandlung keinen Einfluss auf den Blutzuckerspiegel.

In der türkischen[16] und der katalanischen high-volume HDF[15]-Studie wurden jeweils Dialysierflüssigkeiten mit 5,5 mmol/l (1 g/l) Glucose mit zufriedenstellenden Ergebnissen eingesetzt.

Unabhängig von der gewählten Behandlungsmodalität kann die Kaliumreduktion bei glucosefreien Dialysierflüssigkeiten höher sein, weil Glucose die Insulinproduktion anregt, was wiederum den K^+-Eintrag in die Zellen fördert. In der Folge wird weniger K^+ im Dialyseverlauf entfernt. Auch der kalorische Verlust muss bei glucosefreien Dialysaten beachtet werden.

Gut zu wissen

Allgemein wird empfohlen, eine Dialysierflüssigkeit mit 5,5 mmol/l (1 g/l) Glucose zu verwenden.

4.3 Ernährungsparameter

Der Stoffwechsel und der Ernährungszustand von Dialyse-Patienten sind häufig beeinträchtigt. Das so genannte Protein-Energy Wasting, das ein Hinweis für Mangelernährung und Energieverlust ist, wird durch inflammatorische oder nicht-inflammatorische Erkrankungen ausgelöst, die sich wiederum negativ auf den Behandlungserfolg auswirken können.[30]

Zur Vorbeugung gegen oder zur Behandlung des Protein- und Energieverlustes ist eine Kombination verschiedener therapeutischer Maßnahmen erforderlich wie z.B. die Optimierung der Nährstoffaufnahme aus der Nahrung, eine geeignete Behandlung von Stoffwechselstörungen (z.B. metabolische Azidose), die Kontrolle systemischer Entzündungen, die Behebung hormoneller Störungen und die Optimierung der Dialysebehandlung. Einige Studien zeigten einen positiven Einfluss der HDF auf den Ernährungszustand der Patienten, eine Steigerung des Appetits und des Trockengewichtes, während gleichzeitig zufriedenstellende Serumalbuminwerte erhalten werden konnten.[31]

Praktische Anwendung der High Volume **HDF**®

Ein erhöhter Albuminverlust bei konvektiven Therapien wird teilweise mit einer Beeinträchtigung des Serumalbuminspiegels in Verbindung gebracht. Der Serumalbuminspiegel wird jedoch auch von einer Reihe anderer wichtiger Faktoren, vor allem Entzündungen, beeinflusst. Die von Potier et al. (EDTA 2012) gezeigten Daten bestätigen, wie wichtig die Auswahl des richtigen Dialysators ist, da bezüglich des Albuminverlustes Unterschiede bestehen. Der untersuchte FX CorDiax Hämo*dia*filter erwies sich als leistungsstark, ohne einen nennenswerten Albuminverlust aufzuweisen.[32]

Unabhängig von der gewählten Behandlungsmodalität fördert eine Dialysebehandlung den Verlust wasserlöslicher Vitamine. Um einem Vitaminmangel vor allem bei hocheffizienten Dialysebehandlungen vorzubeugen, sollte der Zusatz wasserlöslicher Vitamine in Erwägung gezogen werden.

Gut zu wissen

Nach den European Renal Best Practice (ERBP) Leitlinien zur Ernährung können zur Vorbeugung gegen Vitaminmangel wasserlösliche Vitamine wie z.B. Ascorbinsäure (Vitamin C), Thiamin (Vitamin B1) und Folsäure (Vitamin B9) zugesetzt werden.[33]

4.4 Umstellung von Patienten auf HighVolume**HDF**®

Soll die Dialysemodalität geändert werden, empfiehlt sich immer eine progressive Umstellung. Die Parameter sollten dabei immer an die individuellen Bedürfnisse des Patienten angepasst werden. Für die Umstellung eines Patienten auf HighVolume**HDF**® sollte die schrittweise Umstellung auf der nächsten Seite befolgt werden.

Falls ein Patient einen Schritt nicht verträgt, sollten Sie nicht fortfahren, sondern sogar erwägen, zum vorhergehenden Schritt zurückzukehren.

Für Patienten, die zu Zwischenfällen neigen, müssen bestimmte Protokolle befolgt werden, bevor Sie auf die HighVolume**HDF**® umgestellt werden.

> *„HDF Patienten müssen genauso intensiv beobachtet und überwacht werden wie diejenigen, die mit konventionellen Hämodialyse-Methoden behandelt werden.[13]"*
>
> *Canaud 2011*

Ausgehend von HD	• Umstellung auf High-Flux Hämo*dia*filter, z.B. FX CorDiax HDF
Von High-Flux HD zu HDF	• Behandlung auf HDF Postdilution mit AutoSub *plus* und AutoFlow-Faktor 1,0–1,2 umstellen
Blutfluss-erhöhung	• Der Blutfluss sollte allmählich erhöht werden • In manchen Fällen, wenn eine Erhöhung des Q_B schlecht vertragen wird, kann eine langsame Erhöhung, z.B. jede zweite Woche um 50 ml/min, sinnvoll sein.
Serumelektrolyte und Bikarbonat überwachen	• Serumwerte für Elektrolyte und Bikarbonat sollten sich bei Behandlung mit HighVolume**HDF**® nicht wesentlich ändern • Allerdings kann es z.B. in den ersten beiden Monaten sinnvoll sein, die Serumwerte für Elektrolyte und Bikarbonat häufiger als üblich zu kontrollieren

4.5 Checkliste: Sind Sie bereit, mit HighVolumeHDF® Behandlungen zu beginnen?

Bitte überprüfen Sie, ob Sie folgende Punkte in Betracht gezogen haben:

- Gesundheitszustand des Patienten
- Idealerweise Überwachung des Shuntflusses
- Maximierung des extrakorporalen Blutflusses
- Nadeln mit größerem Durchmesser, z.B. 15 G, sind für die meisten Patienten zu empfehlen
- Regelmäßige Anpassung der individuellen Bikarbonatmenge im Dialysat an die prädialytischen Bikarbonat-Werte
- Allgemeine Empfehlung: 5,5 mmol/l (1 g/l) Glucose in der Dialysierflüssigkeit
- Ggf. Anpassung der Heparindosis

5008 CorDiax und 5008S CorDiax Kurzanleitung

05

Kurzanleitung

5008 CorDiax und 5008S CorDiax Kurzanleitung

05

*Dieses Kapitel zeigt, wie einfach der Umgang mit dem Therapiesystem 5008 CorDiax und 5008S CorDiax im Rahmen einer HighVolume**HDF**® ist.*

> >

INHALT

5.1	Vorbereitung	110
5.2	Behandlung	118
5.3	Reinfusion	121
5.4	Berechnung des Shuntflusses mittels Thermodilution (BTM) und Twister	123

5008 CorDiax und 5008S CorDiax Kurzanleitung

Kurzanleitung für das Therapiesystem 5008 CorDiax und 5008S CorDiax*

* Software-Version 4.50 oder höher

In diesem Kapitel wird die HighVolume**HDF**® mit einer 5008 CorDiax und 5008S CorDiax beschrieben. Diese Beschreibung ersetzt nicht die vom Hersteller bereitgestellte Bedienungsanleitung. Außerdem entbindet sie den Anwender nicht von seiner Verpflichtung, für weitere Informationen oder Problembehebung die gesamte Bedienungsanleitung aufmerksam zu lesen.

Anmerkung:

Das System darf nur von zertifizierten Personen betrieben werden, die in der korrekten Nutzung und Handhabung unterwiesen worden sind. Die in diesem Dokument verwendeten Beschreibungen können abhängig von den Benutzereinstellungen von den Originalbeschreibungen abweichen.

Die Abbildungen können vom Original abweichen, sofern die Funktionalität gewahrt bleibt.

Eine Vervielfältigung dieses Dokuments, auch in Auszügen, bedarf einer schriftlichen Genehmigung. Dieses Dokument kann ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

5008 CorDiax und 5008S CorDiax Kurzanleitung

5.1 Vorbereitung

- System einschalten

- Schaltfläche „Behandlung“ drücken,
  Test T1 startet automatisch
- Das System geht automatisch ins Menü
  BLUTSYSTEM

- Konzentratversorgung über bi*b*ag® und ggf. Behälter einrichten
- Parameter im Menü **DIALYSAT** prüfen und ggf. einstellen

- Blutschläuche anschließen, wie in den **ONLINE** Anweisungen im Menü **BLUTSYSTEM** beschrieben

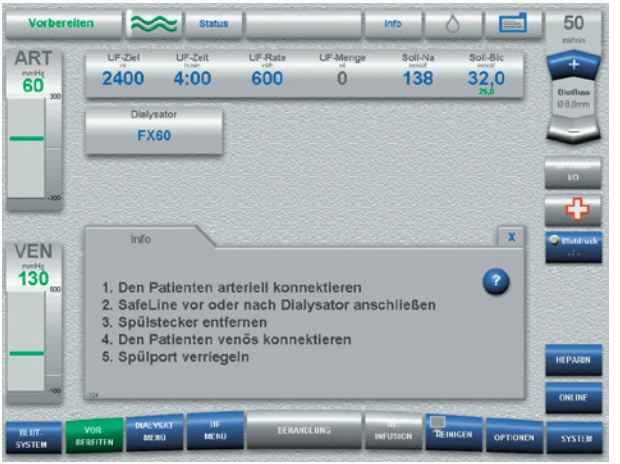
- Nach erfolgreichem Abschluss von Test T1 **Priming / Vorspülen** starten

- Während des **Priming / Vorspülen**-Vorgangs bleibt die Statusanzeige orange, bis das minimale Spülvolumen erreicht ist
- Wenn das Spülvolumen erreicht ist, beginnt automatisch die dauerhafte Online-Spülung (EcoFlow)

5008 CorDiax und 5008S CorDiax Kurzanleitung

- PatientCard einschieben und Daten akzeptieren
- UF-Ziel und UF-Zeit im UF-Menü manuell eingeben
- Falls notwendig folgende Parameter überprüfen / einstellen:
  - Parameter Dialysierflüssigkeit
  - UF-Parameter
  - Parameter Heparinpumpe

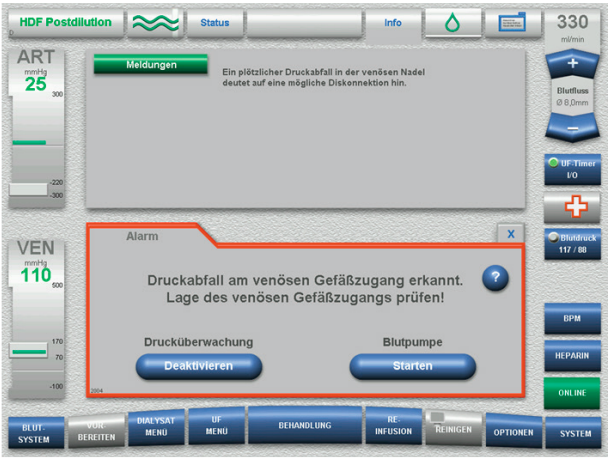
- AutoSub *plus* und die Substitutionspumpe sind während der Vorbereitungsphase inaktiv (gelbe Diode), starten jedoch automatisch, sobald die Behandlung aktiv ist (grüne Diode)



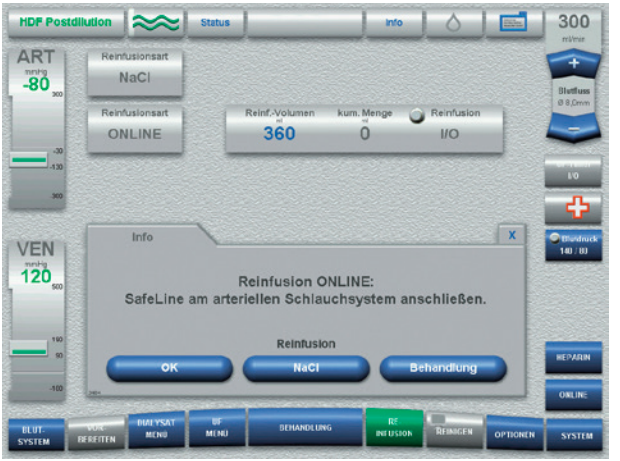
5.2 Behandlung

- Blutpumpe im Menü **VORBEREITUNG** mit **Blutpumpe I/O** anhalten und Priming / Vorspülen verlassen
- Patienten wie auf dem Bildschirm beschrieben anschließen
- Blutpumpe starten und Behandlungsbeginn nach Bluterkennung bestätigen
- Blutflussrate auf den gewünschten Wert einstellen

- Alle patientenspezifischen Parameter überprüfen
- Ultrafiltration, Heparinpumpe, OCM und ausgewählte Optionen starten nach Bluterkennung automatisch
- VAM wird bei Behandlungsbeginn automatisch aktiviert und auf dem Bildschirm angezeigt

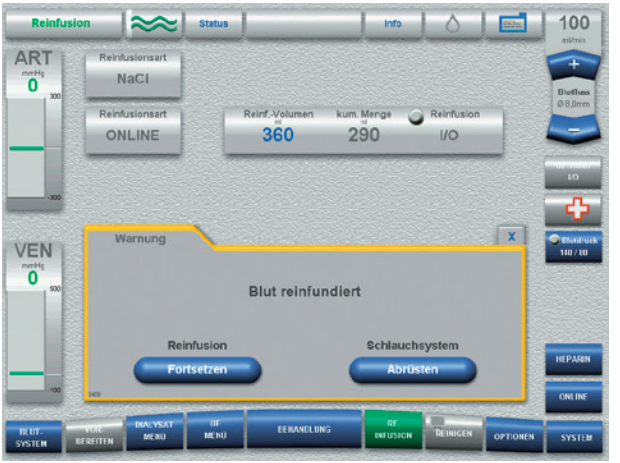


- Wurde ein Abfall des Venendrucks festgestellt, kann die Behandlung bei aktivem VAM durch „Blutpumpe starten“ fortgesetzt werden oder die VAM-Überwachung kann für die verbleibende Behandlungsdauer deaktiviert werden
- Wurde VAM deaktiviert, verschwindet die Statusanzeige und VAM kann für diese Behandlung nicht wieder aktiviert werden



5.3 Reinfusion

- Online-Reinfusion starten, sobald das Behandlungsziel erreicht ist
- Arteriellen Blutschlauch vom Patienten trennen
- SafeLine™ mit dem Rezirkulationsadapter an den arteriellen Blutschlauch anschließen
- Reinfusion starten



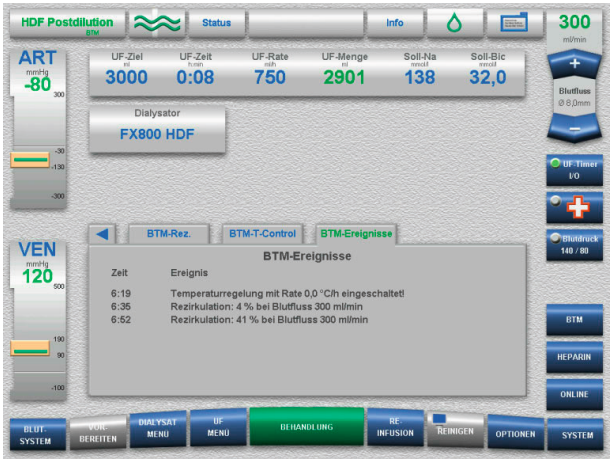
- Reinfusion wird automatisch beendet, wenn das eingestellte Reinfusionsvolumen erreicht ist oder wenn der optische Sensor kein Blut erkennt
- Venösen Blutschlauch vom Patienten trennen
- Schaltfläche „Entfernen“ drücken. Dialysator und bi*bag*® werden automatisch entleert
- Behandlungsparameter auf der PatientCard speichern
- Blutschläuche vollständig entfernen und Reinigungsprogramm starten

5.4 Berechnung des Shuntflusses mittels Thermodilution (BTM) und Twister

- Voraussetzungen: Arterielle und venöse Nadel mit „Back-Eye“ verwenden, Blutschläuche mit Twister, Q_B konstant (empfohlener Messbereich: 250 – 350 ml/min) und konstante UF-Rate (ggf. deaktivierte BVM-UF-Kontrolle)
- Rezirkulationsmessung im BTM-Menü über die Taste „Rezirkulation I/O“ starten

Twister zum Tauschen der Nadeln. Weitere Informationen können der Bedienungsanleitung für den Twister entnommen werden.

- Nach der ersten Messung:
  - Q_B stoppen
  - Nadeln tauschen
  - Arterienschlauch auf evtl. Lufteinschlüsse prüfen
  - Q_B neu starten
  - Zweite Rezirkulationsmessung über die Taste „Rezirkulation I/O” starten



- Nach der zweiten Messung unverzüglich folgende Schritte durchführen:
  - Q_B stoppen
  - Nadeln wieder in die Ausgangsposition tauschen
  - Venenschlauch auf evtl. Lufteinschlüsse prüfen
  - Q_B neu starten
  - In die BTM-Ereignis-Chronik gehen

- **Shuntfluss mit folgender Formel berechnen[34,35]**

$$Q_A = \frac{(Q_{BX} - UFR) * [1 - R_X - R_N + (R_X * R_N)]}{R_X - (R_X * R_N) - \left(\frac{Q_{BX} - UFR}{Q_{BN}}\right) * (R_N - R_X * R_N)}$$

- **Beispielrechnung:**

  R_N = 4 %, R_X = 28 %, Q_B = 300 ml/min, UFR = 10 ml/min

$$Q_A = \frac{(300 - 10)\ \text{ml/min} * [1 - 0{,}28 - 0{,}04 + (0{,}28 * 0{,}04)]}{[0{,}28 - (0{,}28 * 0{,}04)] - \frac{(300 - 10)\ \text{ml/min}}{300\ \text{ml/min}} * [0{,}04 - (0{,}28 * 0{,}04)]} = 832\ \text{ml/min}$$

Q_A: Shuntfluss [ml/min]
Q_B: Effektiver Blutfluss [ml/min]
Q_{BN}: Q_B mit normalem Nadelanschluss [ml/min]
Q_{BX}: Q_B mit vertauschtem Nadelanschluss [ml/min]
R_X: Bei vertauschten Nadeln gemessene Rezirkulation (z.B. R_X = 28 % → 0,28 in die Formel einsetzen)
R_N: Bei normalem Nadelanschluss gemessene Rezirkulation (z.B. R_N = 4 % → 0,04 in die Formel einsetzen)
UFR: Ultrafiltrationsrate [ml/min] während der Messung

Die berechnete Shuntflussrate kann in folgenden Fällen von der tatsächlichen Shuntflussrate abweichen:

- Abweichende Zugänge (z.B. Punktion verschiedener venöser Blutgefäße)
- Erhöhte Fistelrezirkulation (erste Messung, Rezirkulation > 10–15 %)
- Differenz zwischen R_X und R_N < 10 %

Da die Rezirkulationsmessung auf dem Prinzip der Thermodilution beruht, muss vor und während des Messvorgangs auf konstante Temperaturbedingungen geachtet werden. Es wird empfohlen, Q_A in regelmäßigen Abständen zu kontrollieren. Messungen immer unter denselben Behandlungsbedingungen durchführen (z.B. Mitte der Behandlung, Blutfluss usw.) Bevor auf Grundlage der errechneten Werte über weitere Behandlungsschritte (z.B. Shuntentfernung) entschieden wird, muss der Wert zunächst mithilfe einer unabhängigen Methode (z.B. Dopplersonographie) überprüft werden. Da die Rezirkulationsmessung per BTM auf der kardiopulmonalen und der Fistelrezirkulation beruht, kann der angezeigte Wert von dem abweichen, der sich aus einer Methode ergibt, in der ausschließlich die Fistelrezirkulation berücksichtigt wird.

6. Weiterführende Fachliteratur

Falls Sie mehr zum Thema hocheffiziente HDF erfahren möchten, finden Sie im Folgenden einige Leseempfehlungen aus der Fachliteratur:

Blankestijn PJ. Is Hemodiafiltration Medically Superior To Hemodialysis? Semin Dial 2014, Epub ahead of print.

Bowry SK, Canaud B. Achieving High Convective Volumes in On-Line Hemodiafiltration. Blood Purif 2013; 35(suppl 1): 23–28.

Canaud B, Bowry SK. Emerging Clinical Evidence on Online Hemodiafiltration: Does Volume of Ultrafiltration Matter? Blood Purif 2013; 35: 55–62.

Canaud B, Bragg-Gresham JL, Marshall MR, Desmeules S, Gillespie BW, Depner T, Klassen P, Port FK. Mortality risk for patients receiving hemodiafiltration versus hemodialysis: European results from the DOPPS. Kidney Int 2006; 69: 2087–2093.

Grooteman MPC, van den Dorpel MA, Bots ML, Penne EL, van der Weerd NC, Mazairac AHA, den Hoedt CH, van der Tweel I, Lévesque R, Nubé MJ, ter Wee PM, Blankestijn PJ, for the CONTRAST Investigators. Effect

of Online Hemodiafiltration on All-Cause Mortality and Cardiovascular Outcomes. J Am Soc Nephrol 2012; 23.

Maduell F, Moreso F, Pons M, Ramos R, Mora-Macià J, Carreras J, Soler J, Torres F, Campistol JM, Martinez-Castelao A, for the ESHOL Study Group. High-Efficiency Postdilution Online Hemodiafiltration Reduces All-Cause Mortality in Hemodialysis Patients. J Am Soc Nephrol 2013; 24.

Ok E, Asci G, Toz H, Ok ES, Kircelli F, Yilmaz M, Hur E, Demirci MS, Demirci C, Duman S, Basci A, Adam SM, Isik IO, Zengin M, Suleymanlar G, Yilmaz ME, Ozkahya M, on behalf of the 'Turkish Online Haemodiafiltration Study'. Mortality and cardiovascular events in online haemo-diafiltration (OL-HDF) compared with high-flux dialysis: results from the Turkish OL-HDF Study. Nephrol Dial Transplant 2012; 0:1–11.

Penne EL, van Berkel T, van der Weerd NC, Grooteman MPC, Blankestijn PJ. Optimizing haemodiafiltration: tools, strategy and remaining questions. Nephrol Dial Transplant 2009; 24: 3579–3581.

7. Glossar

AutoFlow	Automatische Anpassung des Dialysatflusses an den Blutfluss
AutoSub *plus*	Automatische Funktion der Therapiesysteme 5008 CorDiax und 5008S CorDiax für den individualisierten Flüssigkeitsaustausch
β_2-m	β_2-Mikroglobulin
bi*bag*®	Flexibler Beutel mit trockenem Natriumhydrogencarbonat
BTM	Bluttemperaturmonitor
CKD	Chronische Niereninsuffizienz
CVD	Kardiovaskuläre Erkrankung
DIASAFE®*plus*	Optimierter Dialysierflüssigkeitsfilter für hochreine Dialysierflüssigkeit
Dialysierflüssigkeit	Hochreine Dialysierflüssigkeit
ERBP	European Renal Best Practice
Filtrationsfraktion (FF)	Verhältnis von konvektivem Volumen zu prozessiertem Blutvolumen
Gesamt-Ultrafiltration	Substitutionsvolumen plus Ultrafiltrationsvolumen für Gewichtsverlust

HD	Hämodialyse
HDF	Hämodiafiltration
Helixone®*plus*	Moderne High-Flux-Membran zur verbesserten Clearance von Mittelmolekülen
HF	Hämofiltration
HighVolumeHDF®	Maximierung der Substitutionsvolumina in der Postdilution-Hämodiafiltration
K_{UREA}	Harnstoff-Clearance
Konvektives Volumen	Substitutionsvolumen plus Ultrafiltrationsvolumen für Gewichtsverlust
MIXED HDF	Gleichzeitig ablaufende Prä- und Postdilution-HDF
MM	Molekülmasse
Myo	Myoglobin
NMH	Niedermolekulares Heparin
Online	Herstellung und Anwendung großer Mengen Substitutionsflüssigkeit vor Ort
ONLINE*plus*	Zweistufiges Wasserfiltersystem
OPC	Online Purification Cascade

7. Glossar

P_{ART}	Arterieller Druck im extrakorporalen Kreislauf zwischen arterieller Nadel und Blutpumpe
P_{VEN}	Venöser Druck im extrakorporalen Kreislauf vor der venösen Nadel, z.B. im venösen Blasenfänger
Prädilution	Substitutionsflüssigkeit wird vor dem Dialysator zugeführt
Postdilution	Substitutionsflüssigkeit wird nach dem Dialysator zugeführt
Prozessiertes Blutvolumen	Blutfluss * Behandlungsdauer
Q_A	Shuntflussrate
Q_B	Extrakorporale Blutflussrate
Q_{CON}	Konvektionsflussrate
Q_D	Flussrate der Dialysierflüssigkeit
Q_{SUB}	Flussrate der Substitutionsflüssigkeit
Q_{UF}	Ultrafiltrationsflussrate für Gewichtsverlust
SK	Siebkoeffizient
Substitutionsvolumen	Ersatzvolumen / Austauschvolumen

UF	Ultrafiltration
VAM	Venous Access Monitor
$\mathbf{V_{SUB}}$	Substitutionsvolumen
$\mathbf{V_{CON}}$	Konvektives Volumen

8. Referenzen

[1] De Jager D. et al., JAMA (2009); 302(16): 1782-1789.

[2] Sarafidis P.A. et al., Am J Med (2008); 121:332-340.

[3] Henderson L.W., Semin Dial (2012); 25(3): 320-5.

[4] Panichi V. et al., Nephrol Dial Transplant (2008); 23: 2337–43.

[5] Massy Z.A. et al., Semin Dial (2009); 22(4): 405-8.

[6] Levin A. et al., Am J Kidney Dis (2001); 38(6): 1398-1407.

[7] Penne E.L. et al., Am J Kidney Dis (2009); 55: 77-87.

[8] Slinin Y. et al., JASN (2005); 16: 1788-1793.

[9] Liabeuf S. et al., Kidney Int (2012); 1297-1303.

[10] Weber C. I. K. et al., Clin Kidney J (2014); 7 (2): 167-173.

[11] Betriu A. et al., Nephrol Dial Transplant (2014); 29: 1415–1422.

[12] Aoki J. et al., Kidney Int (2005); 67(1): 333-40.

[13] Canaud B., Contrib Nephrol (2011); 168:28-38.

[14] Meert N. et al., Nephrol Dial Transplant (2009); 24: 562-570.

[15] Maduell F. et al., J Am Soc Nephrol (2013); 24: 487-497.

[16] Ok E. et al., Nephrol Dial Transplant (2012); 28(1): 192-202.

[17] Grooteman M.P. et al., J Am Soc Nephrol (2012); 23(6): 1087-96.

[18] Canaud B. et al., Kidney Int (2006); 69(11): 2087-93.

[19] Locatelli F. et al., J Am Soc Nephrol (2010); 21: 1798-1807.
[20] Bonforte G. et al., Blood Purif (2002); 20: 357-363.
[21] Pedrini L. et al., Nephrol Dial Transplant (2011); 26: 2617-2624.
[22] Canaud B., Contrib Nephrol (2007); 158: 216-224.
[23] Penne E.L. et al., Clin J Am Soc Nephrol (2010); 5: 80-86.
[24] Davenport A., Nephrol Dial Transplant (2010); 25: 897-901.
[25] M. Mostovaya M. et al., Semin Dial (2014); 27(2): 119-127.
[26] Potier J. et al., Blood Purif (2013); 36: 78-83.
[27] Fontsere N. et al., Blood Purif (2014); 37: 67-72.
[28] Ahrenholz P. et al., Int J Artif Organs (1998); 21(6): 321-7.
[29] Davenport A. et al., Nat Rev Nephrol (2011); 7: 499-508.
[30] Ikizler T.A. et al., Kidney Int (2013); 84(6): 1096-107.
[31] Velasco N., Hemodialysis International (2006); 10: 67-S71.
[32] Potier J. et al., Nephrol Dial Transplant (2012); 27 (suppl 2): ii207-ii208.
[33] Fouque D. et al., Nephrol Dial Transplant (2007); 22 (suppl 2): ii45-ii87.
[34] Schneditz D. et al., Semin Dial (2003); 16(6): 48387.-4.
[35] Schneditz D. et al., NDT (1999); 14: 376-383.

Sind Sie bereit, um mit HighVolume**HDF**® zu beginnen?

Bitte prüfen sie, ob die folgenden Voraussetzungen für HighVolumeHDF**® Behandlungen erfüllt sind:**

- ○ **Wassertechnologie**
  OPC-Produktreihe
  - ○ Erfüllt die chemischen und mikrobiologischen ISO-Standards für Hämodialyse für:
    - ○ Dialysewasser
    - ○ Dialysierflüssigkeit
  - ○ Validierter Plan für Betrieb, Überwachung und Wartung des Wasseraufbereitungssystems
- ○ **Modernste Geräte-Technologie**
  5008 CorDiax und 5008S CorDiax mit
  - ○ **ONLINE*plus*-Technologie**
  - ○ **AutoSub *plus***
  - ○ **Venous Access Monitoring**
  - ○ **AutoFlow-Faktor 1,0–1,2**
- ○ **Geeignete Dialysatoren**
  FX CorDiax Hämo*dia*filter

Bitte überprüfen Sie, ob Sie folgende Punkte in Betracht gezogen haben:

- ○ Gesundheitszustand des Patienten
- ○ Idealerweise Überwachung des Shuntflusses
- ○ Maximierung des extrakorporalen Blutflusses
- ○ Nadeln mit größerem Durchmesser, z.B. 15 G, sind für die meisten Patienten zu empfehlen
- ○ Regelmäßige Anpassung der individuellen Bikarbonatmenge im Dialysat an die prädialytischen Bikarbonat-Werte
- ○ Allgemeine Empfehlung: 5,5 mmol/l (1 g/l) Glucose in der Dialysierflüssigkeit
- ○ Ggf. Anpassung der Heparindosis

zertifiziert, PEFC/04-31-0000

www.highvolumehdf.de

Wenn Sie weitere Informationen zur HighVolume**HDF**® benötigen, wenden Sie sich bitte an den bei Ihnen vor Ort zuständigen Vertreter von Fresenius Medical Care.

FRESENIUS MEDICAL CARE

Firmensitz: Fresenius Medical Care Deutschland GmbH · 61346 Bad Homburg v. d. H.
Deutschland · Telefon: +49 (0) 6172-609-0 · Fax: +49 (0) 6172-609-2191

Deutschland: Fresenius Medical Care GmbH · Else-Kröner-Straße 1
61352 Bad Homburg v. d. H. · Telefon: +49 (0) 6172-609-0 · Fax: +49 (0) 6172-609-8740
E-mail: marketing.deutschland@fmc-ag.com

Österreich: Fresenius Medical Care Austria GmbH · Lundenburgergasse 5 · 1210 Wien
Telefon: +43 (0) 1-2923501 · Fax: +43 (0) 1-292350185 · E-mail: fmc.austria@fmc-ag.com

Schweiz: Fresenius Medical Care (Schweiz) AG · Aawasserstrasse 2 · 6370 Oberdorf NW
Telefon: +41 (0) 41-6195050 · Fax: +41 (0) 41-6195080 · E-mail: info.ch@fmc-ag.com

www.fmc-deutschland.com · www.fmc-austria.at · www.fresenius.ch

F00006395 D (2.0 BG-pppp 02.15) © Copyright 2014 Fresenius Medical Care Deutschland GmbH